

Н. Н. Гомулина

# ПРОВЕРОЧНЫЕ И КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

к учебнику

Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

# 11

класс

# АСТРОНОМИЯ



 ДРОФД

  
ВЕРТИКАЛЬ



**Н. Н. Гомулина**

# **ПРОВЕРОЧНЫЕ И КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ**

к учебнику

Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

# 11

класс

# АСТРОНОМИЯ



МОСКВА



2018



Российский  
учебник

УДК 373.167.1:52

ББК 22.6я72

Г64

**Гомулина, Н. Н.**

Г64 **Астрономия : Проверочные и контрольные работы. 11 кл. : учеб. пособие / Н. Н. Гомулина. — М. : Дрофа, 2018. — 80 с. : ил. — (Российский учебник).**

ISBN 978-5-358-20794-3

Пособие предназначено для проведения текущего и итогового контроля усвоения материала по астрономии учащимися старших классов.

В пособии представлены десять проверочных работ в порядке, соответствующем структуре учебника «Астрономия. Базовый уровень. 11 класс» авторов Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута, контрольная работа по теме «Солнечная система» и итоговая контрольная работа за курс астрономии средней школы.

В работы включены задания разного вида: тестовые задания с единственным и множественным выбором ответа, задания на установление соответствия и последовательности, расчетные задачи, вопросы, требующие развернутого ответа.

Ко всем заданиям приведены ответы, к большинству расчетных задач — краткие решения.

УДК 373.167.1:52

ББК 22.6я72

**РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК**

*Учебное издание*

**Гомулина** Наталия Николаевна

**АСТРОНОМИЯ**

**Проверочные и контрольные работы**

**11 класс**

Учебное пособие

Зав. редакцией *И. Г. Власова*. Ответственный редактор *А. О. Тупикин*

Художественный редактор *А. В. Пряхин*. Художественное оформление *А. В. Пряхин*. Технический редактор *И. В. Грибкова*  
Компьютерная верстка *О. В. Попова*. Корректор *Г. И. Мосякина*

Подписано к печати 05.03.18. Формат 60 × 90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Гарнитура «Школьная». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 5,0. Тираж 7000 экз. Заказ № 177.

ООО «ДРОФА». 123308, Москва, ул. Зорге, дом 1, офис № 313.



[rosuchebnik.rf/метод](http://rosuchebnik.rf/метод)

Предложения и замечания по содержанию и оформлению книги можно отправлять по электронному адресу: [expert@rosuchebnik.ru](mailto:expert@rosuchebnik.ru)

По вопросам приобретения продукции издательства обращайтесь: тел.: 8-800-700-64-83; e-mail: [sales@rosuchebnik.ru](mailto:sales@rosuchebnik.ru)

Электронные формы учебников, другие электронные материалы и сервисы: LECTA.ru, тел.: 8-800-555-46-68

В помощь учителю и ученику: регулярно пополняемая библиотека дополнительных материалов к урокам, конкурсы и акции с поощрением победителей, рабочие программы, вебинары и видеозаписи открытых уроков [rosuchebnik.rf/метод](http://rosuchebnik.rf/метод)

Отпечатано в ГП ПО «Псковская областная типография».

180004, г. Псков, ул. Ротная, 34.

ISBN 978-5-358-20794-3

© Гомулина Н. Н., 2018

© ООО «ДРОФА», 2018

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник проверочных и контрольных работ предназначен для проведения текущего и итогового контроля усвоения материала по астрономии учащимися старших классов.

В сборнике использованы не только задания с выбором одного правильного ответа, но и тестовые задания с множественным выбором, в которых предлагается найти все правильные ответы, когда неизвестно их точное количество среди предложенных вариантов, задания на установление соответствия и последовательности, расчётные задачи, вопросы, требующие развёрнутого ответа. В пособие входят задания, аналогичные формату ЕГЭ и ВПР. Тематика задач и тестовых заданий соответствует Федеральному компоненту государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования по астрономии. Все работы представлены в двух вариантах.

Учитель может самостоятельно устанавливать время, отводимое на проведение той или иной работы, и количество заданий, которые будут входить в проверочные работы, это в большой степени зависит от уровня подготовленности школьников.

Для выполнения некоторых заданий требуются справочные данные и подвижная карта звёздного неба, которые учитель должен раздать учащимся.

Задания повышенной сложности отмечены звёздочкой.

Помещённые в конце пособия ответы помогут учителю при проверке работ.

Данное пособие входит в учебно-методическое обеспечение учебника «Астрономия. Базовый уровень. 11 класс» авторов Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута, а также может быть использовано при работе с учебниками других авторов при изучении соответствующих тем.

# Проверочные работы

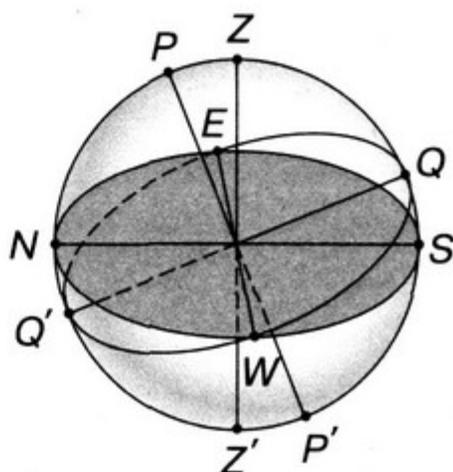
## ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ. СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

### 1. Небесная сфера. Основные точки небесной сферы

#### ВАРИАНТ 1

1. Внесите в таблицу названия основных точек небесной сферы.

Обозначение точки небесной сферы	Название точки небесной сферы
$P$	
$Z'$	
$Q$	
$S$	



2. На рисунке изображено суточное движение светил на полюсе Земли.

Подпишите, где находится точка надира  $Z'$ .



3. Созвездие Большой Медведицы совершает полный оборот вокруг Северного полюса мира за время, равное

1) одной ночи

2) одним суткам

3) одному году

4. Фразе из левого столбца подберите подходящее по смыслу продолжение из правого.

А) Математическим горизонтом называется...

Б) В каких точках пересекается небесный экватор с математическим горизонтом?

В) Полюсами мира называются...

Г) Период вращения небесной сферы равен...

Д) Точкой юга  $S$  называется...

Е) Точкой весеннего равноденствия  $\Upsilon$  называется...

1) В точках востока  $E$  и запада  $W$ .

2) ...периоду вращения Земли вокруг своей оси, т. е. 1 суткам.

3) ...большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна отвесной линии.

4) В точках юга  $S$  и севера  $N$ .

5) ...точки пересечения небесной сферы с осью мира.

6) ...периоду вращения Земли вокруг Солнца.

7) ...точка пересечения небесного меридиана с математическим горизонтом, ближайшая к Южному полюсу мира.

8) ...большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца.

9) ...точка пересечения эклиптики с небесным экватором, в которой Солнце в своём годичном движении переходит из Южного полушария в Северное.

10) ...точки пересечения оси вращения Солнца с небесной сферой.

11) ...точка пересечения небесного меридиана с математическим горизонтом, ближайшая к Северному полюсу мира.

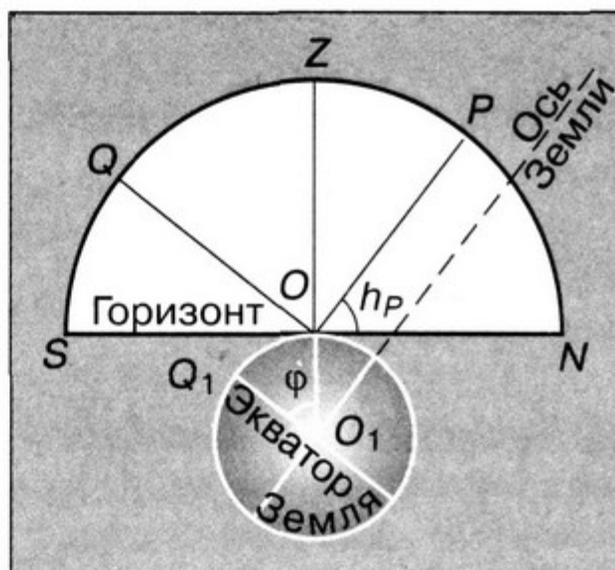
12) ...точка пересечения небесного экватора с математическим горизонтом, в которой точки вращающейся небесной сферы восходят из-за горизонта.

5. Угол между плоскостью небесного экватора и осью мира равен

- 1)  $0^\circ$                       3)  $66,5^\circ$   
 2)  $23,5^\circ$                 4)  $90^\circ$

6. Угол  $PON$  на рисунке равен

- 1)  $23,5^\circ$   
 2) широте места наблюдения  $\varphi$   
 3) прямому восхождению  $\alpha$   
 4) склонению  $\delta$



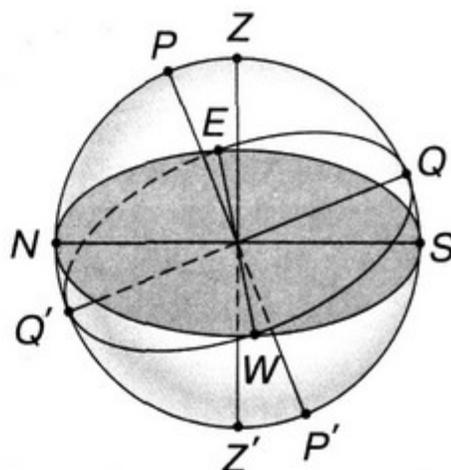
7. Какие экваториальные координаты имеет точка осеннего равноденствия и в каком созвездии она находится?

- 1)  $\alpha = 0^h, \delta = 0^\circ$ , Рыбы  
 2)  $\alpha = 12^h, \delta = 0^\circ$ , Дева  
 3)  $\alpha = 6^h, \delta = 23,5^\circ$ , Телец  
 4)  $\alpha = 18^h, \delta = -23,5^\circ$ , Стрелец

### ВАРИАНТ 2

1. Внесите в таблицу названия основных точек небесной сферы.

Обозначение точки небесной сферы	Название точки небесной сферы
$P'$	
$Z$	
$Q'$	
$E$	



**2.** На рисунке изображено суточное движение светил на полюсе Земли.

Подпишите, где находится точка зенита  $Z$ .



**3.** Созвездие Лиры совершает полный оборот вокруг Северного полюса мира за время, равное

- 1) одной ночи      2) одному году      3) одним суткам

**4.** Фразе из левого столбца подберите подходящее по смыслу продолжение из правого.

А) Эклиптикой называется...

Б) Период вращения небесной сферы равен...

В) Небесным экватором называется...

Г) Точкой севера  $N$  называется...

Д) Точкой востока  $E$  называется...

Е) Осью мира называется...

1) ...линия пересечения плоскости небесного меридиана и плоскости математического горизонта.

2) ...точка пересечения небесного меридиана с математическим горизонтом.

3) ...прямая, проходящая через центр небесной сферы и параллельная оси вращения Земли.

4) ...большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна отвесной линии.

5) ...диаметр небесной сферы, перпендикулярный плоскости эклиптики.

6) ...периоду вращения Земли вокруг Солнца.

7) ...периоду вращения Земли вокруг своей оси, т. е. 1 суткам.

8) ...большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца.

9) ...большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира.

10) ...точка пересечения эклиптики с небесным экватором, в которой Солнце в своём годичном движении переходит из Южного полушария в Северное.

11) ...точка пересечения небесного меридиана с математическим горизонтом, ближайшая к Северному полюсу мира.

12) ...точка пересечения небесного экватора с математическим горизонтом, в которой точки вращающейся небесной сферы восходят из-за горизонта.

**5.** Угол между плоскостью земного экватора и плоскостью земной орбиты равен

- 1)  $0^\circ$       2)  $23,5^\circ$       3)  $66,5^\circ$       4)  $90^\circ$

**6.** Высота светила в верхней кульминации над южным горизонтом равна

- 1)  $h = 90^\circ - \varphi + \delta$   
2)  $h = \varphi + \delta - 90^\circ$   
3) широте места наблюдения  $\varphi$   
4)  $0^\circ$

**7.** Какие экваториальные координаты имеет точка летнего солнцестояния и в каком созвездии она находится?

- 1)  $\alpha = 0^h, \delta = 0^\circ$ , Рыбы  
2)  $\alpha = 12^h, \delta = 0^\circ$ , Дева  
3)  $\alpha = 6^h, \delta = 23,5^\circ$ , Телец  
4)  $\alpha = 18^h, \delta = -23,5^\circ$ , Стрелец

## 2. Связь видимого расположения объектов на небе и географических координат наблюдателя

### ВАРИАНТ 1

**1.** На какой высоте бывает верхняя и нижняя кульминация звезды Процион ( $\delta = +5^\circ$ ) в Москве ( $\varphi = +56^\circ$ )? Заходит ли эта звезда за горизонт?

**2.** Определите географическую широту пункта, в котором в день зимнего солнцестояния кульминация Солнца происходит в точке юга.

**3.** Где бы вы искали Полярную звезду, если бы вы находились на экваторе?

- 1) в точке зенита
- 2) на высоте  $45^\circ$  над горизонтом
- 3) на горизонте
- 4) на высоте, равной географической долготе места наблюдения

**4.** Для решения задачи следует использовать подвижную карту звёздного неба или компьютерное приложение для отображения звёздного неба, например Астронет.

1 ноября в 22 часа на широте Мурманска ( $\varphi = 68,5^\circ$ ) под горизонтом (нельзя увидеть) находится созвездие

- 1) Лебедь
- 2) Орион
- 3) Большой Пёс
- 4) Рак

**5.** Солнце восходит в точности в точке востока, а заходит точно в точке запада, оставаясь над горизонтом ровно 12 часов

- 1) в день летнего солнцестояния
- 2) в день весеннего равноденствия
- 3) в день зимнего солнцестояния
- 4) в день наибольшей кульминации над горизонтом

**6.** Для решения задачи воспользуйтесь приложением V учебника.

Прямое восхождение Солнца  $\alpha = 10^{\text{ч}}4^{\text{м}}$ . Какая яркая звезда находится в этот день недалеко от Солнца?

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1) $\alpha$ Секстанта | 3) $\alpha$ Возничего |
| 2) $\alpha$ Гидры     | 4) $\alpha$ Льва      |

**7\***. Какому условию должно удовлетворять склонение звезды, чтобы она была незаходящей в Северном полушарии для места с географической широтой  $\varphi$ ?

**8\***. Широта г. Томска  $56,5^\circ$ . Можно ли в нём наблюдать над горизонтом яркую звезду Фомальгаут ( $\delta = -29,5^\circ$ )?

## ВАРИАНТ 2

**1.** На какой высоте бывает верхняя и нижняя кульминация звезды Вега ( $\delta = +39^\circ$ ) в Москве ( $\varphi = +56^\circ$ )? Заходит ли эта звезда за горизонт?

**2.** В каком месте Земли могут быть видны звёзды 22 июня в 12 часов 30 минут московского времени?

**3.** Ниже перечислены созвездия, невидимые на широте Санкт-Петербурга ( $\varphi = 60^\circ$ ). Какое созвездие указано ошибочно?

- |         |         |           |            |
|---------|---------|-----------|------------|
| 1) Киль | 2) Чаша | 3) Голубь | 4) Центавр |
|---------|---------|-----------|------------|

**4.** Для решения задачи следует использовать подвижную карту звёздного неба или компьютерное приложение для отображения звёздного неба, например Астронет.

1 марта в 22 часа на широте Мурманска ( $\varphi = 68,5^\circ$ ) под горизонтом (нельзя увидеть) находится созвездие

- |            |          |         |          |
|------------|----------|---------|----------|
| 1) Стрелец | 2) Орион | 3) Дева | 4) Пегас |
|------------|----------|---------|----------|

**5.** Солнце восходит в точности в точке востока, а заходит точно в точке запада, оставаясь над горизонтом ровно 12 часов

- 1) в день летнего солнцестояния
- 2) в день наибольшей кульминации над горизонтом

- 3) в день зимнего солнцестояния
- 4) в день осеннего равноденствия

**6.** Для решения задачи используйте компьютерное приложение для отображения звёздного неба, например Астронет.

20 февраля 2018 г., 9 часов 30 минут UT. Какие планеты находятся в этот день недалеко от Солнца в созвездии Водолея?

- 1) Уран, Венера, Марс
- 2) Юпитер, Венера, Сатурн
- 3) Меркурий, Венера, Марс
- 4) Меркурий, Венера, Нептун

**7\*.** Какому условию должно удовлетворять склонение звезды, чтобы она была невосходящей в Северном полушарии для места с географической широтой  $\varphi$ ?

**8\*.** Широта г. Адлера  $43,4^\circ$ . Можно ли в нём наблюдать над горизонтом яркую звезду Фомальгаут ( $\varphi = -29,5^\circ$ )?

### **3. Видимое движение и фазы Луны. Солнечные и лунные затмения**

#### ВАРИАНТ 1

**1.** Какова причина видимого света Луны?

- 1) Луна горячая и поэтому сама излучает свет
- 2) Луна отражает падающее на её поверхность солнечное излучение
- 3) Луна отражает падающий на её поверхность свет освещённой Солнцем Земли

**2.** Продолжите определение.  
Явление фазы Луны — результат...

**3.** В каком направлении происходит движение Луны на фоне звёзд? Сколько градусов Луна проходит за сутки?

**4.** Заполните таблицу для четырёх основных точек эклиптики.

Особая точка эклиптики	Обозначение этой точки	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$	Название дня
Точка весеннего равноденствия	$\Upsilon$	0 <sup>ч</sup>	0°	День весеннего равноденствия
Точка летнего солнцестояния				
Точка осеннего равноденствия				
Точка зимнего солнцестояния				

**5.** Наблюдатель находится на географической широте  $\varphi = +30^\circ$ . Солнце в своём движении по эклиптике пришло в точку весеннего равноденствия  $\Upsilon$ . Определите,

1) в какой стороне или точке математического горизонта произойдёт восход Солнца;

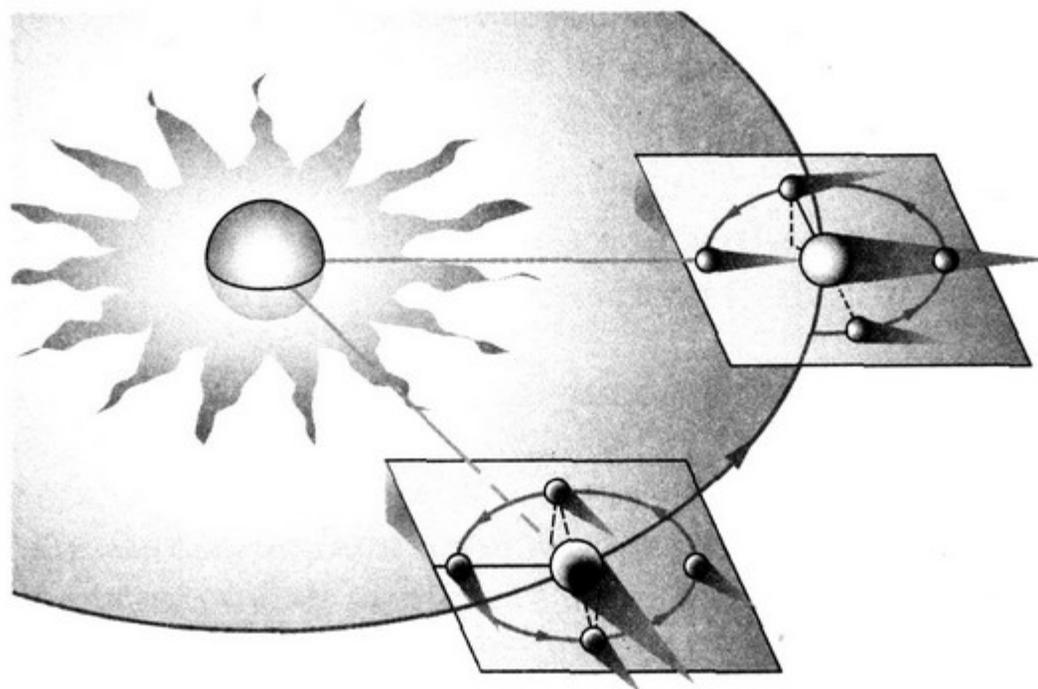
2) в какой стороне или точке математического горизонта произойдёт заход Солнца;

3) чему будет равна полуденная высота Солнца.

**6.** Выполните пункты 1)–3) задания 5 для точек осеннего равноденствия  $\Omega$ , зимнего  $\Upsilon_{\text{б}}$  и летнего  $\Theta$  солнцестояния. Результаты занесите в таблицу.

Солнце в точках	Восход	Заход	Высота $h_{\text{верх. кульм}}$	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$
$\Upsilon$					
$\Theta$					
$\Omega$					
$\Upsilon_{\text{б}}$					

**7.** Обобщите условия наступления и характеристики полных солнечных и лунных затмений в таблице.



Солнечные и лунные затмения

Вид затмения	Условия наступления. Фаза Луны	Условия наступления. Положение Луны на орбите	Длительность полной фазы затмения	Минимальное и максимальное число в году
Лунное				min — max —
Солнечное				min — max —

**8.** Через какое время (приблизительно) после солнечного затмения может наступить лунное?

**9.** Во время полного лунного затмения Луна полностью уходит в тень Земли. Видна ли Луна в это время? Обоснуйте ответ.

**10.** Почему полные лунные затмения наблюдаются в одном и том же месте Земли во много раз чаще, нежели полные солнечные затмения?

**11.** Затмение Солнца наблюдается на Земле тогда, когда Луна бывает в фазе

- 1) новолуния
- 2) первой четверти
- 3) полнолуния
- 4) последней четверти

**12.** Какую фазу Земли видел бы космонавт на Луне (на видимой стороне Луны) во время полнолуния?

**13.** Почему полные солнечные затмения чаще бывают летом?

**14.** Земной наблюдатель видит полное солнечное затмение. Определите, что видит в это время наблюдатель на видимой стороне Луны и на невидимой стороне Луны. Расставьте в таблице варианты ответов.

- 1) Солнце не видно
- 2) Солнце видно
- 3) Земля видна в полной фазе
- 4) Земля не видна

Наблюдатель на видимой стороне Луны	Наблюдатель на невидимой стороне Луны

## ВАРИАНТ 2

**1.** Какова причина пепельного света Луны?

- 1) Луна горячая и поэтому сама излучает свет
- 2) Луна отражает падающее на её поверхность солнечное излучение
- 3) Луна отражает падающий на её поверхность свет освещённой Солнцем Земли

**2.** Закончите фразу.

Смена лунных фаз обусловлена...

**3.** Через сколько суток после фазы новолуния наступает фаза полнолуния?

**4.** Заполните таблицу для четырёх основных точек эклиптики.

Особая точка эклиптики	Обозначение этой точки	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$	Название дня
Точка весеннего равноденствия	$\Upsilon$	$0^h$	$0^\circ$	День весеннего равноденствия
Точка летнего солнцестояния				
Точка осеннего равноденствия				
Точка зимнего солнцестояния				

**5.** Наблюдатель находится на географической широте  $\varphi = +60^\circ$ . Солнце в своём движении по эклиптике пришло в точку весеннего равноденствия  $\Upsilon$ . Определите,

1) в какой стороне или точке математического горизонта произойдёт восход Солнца;

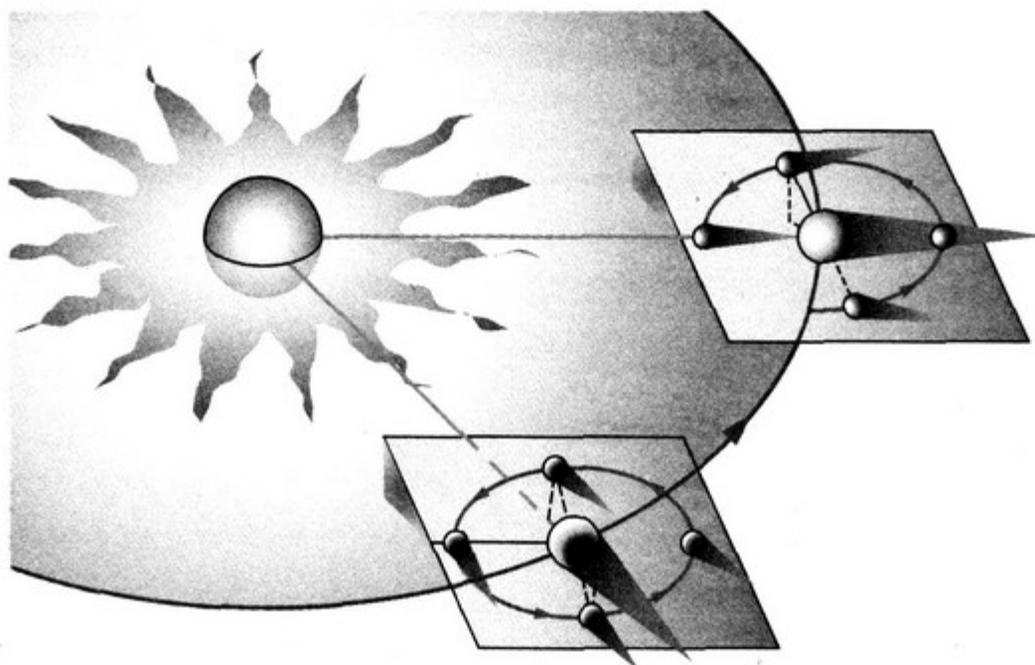
2) в какой стороне или точке математического горизонта произойдёт заход Солнца;

3) чему будет равна полуденная высота Солнца.

**6.** Выполните пункты 1)–3) задания 5 для точек осеннего равноденствия  $\Omega$ , зимнего  $\Upsilon_{\text{б}}$  и летнего  $\Theta$  солнцестояния. Результаты занесите в таблицу.

Солнце в точках	Восход	Заход	Высота $h_{\text{верх. кульм}}$	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$
$\Upsilon$					
$\Theta$					
$\Omega$					
$\Upsilon_{\text{б}}$					

**7. Обобщите условия наступления и характеристики полных солнечных и лунных затмений в таблице.**

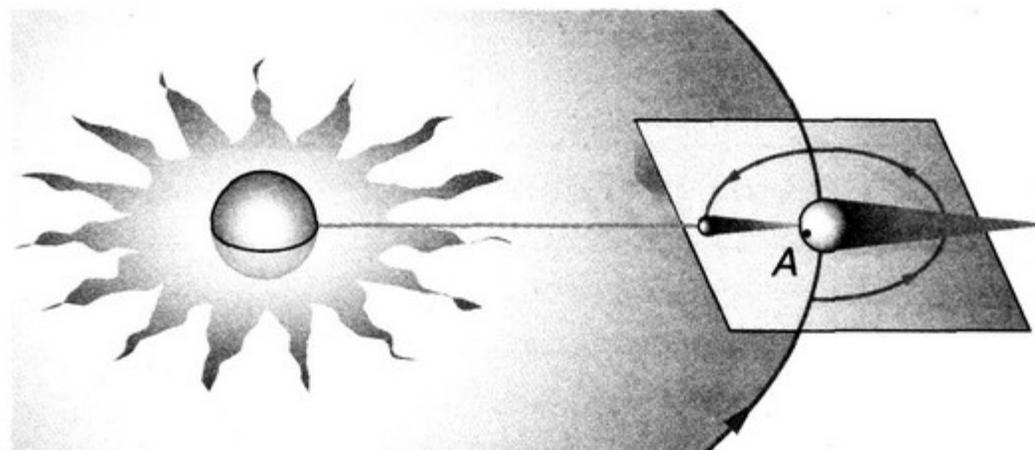


Солнечные и лунные затмения

Вид затмения	Условия наступления. Фаза Луны	Условия наступления. Положение Луны на орбите	Длительность полной фазы затмения	Минимальное и максимальное число в году
Лунное				min — max —
Солнечное				min — max —

**8. Через какое время (приблизительно) после лунного затмения может наступить солнечное?**

**9. Изображённая на рисунке конфигурация (точка А) соответствует**



- 1) полному лунному затмению
- 2) полному солнечному затмению
- 3) частному солнечному затмению
- 4) частному лунному затмению

**10.** Что называется кольцеобразным затмением и как часто оно бывает?

**11.** Почему полные лунные затмения наблюдаются в одном и том же месте Земли во много раз чаще, нежели полные солнечные затмения?

**12.** Какую фазу Земли видел бы космонавт на видимой стороне Луны во время новолуния?

**13.** Какой край Луны первым входит в земную тень при лунном затмении?

**14.** Земной наблюдатель видит полное лунное затмение. Определите, что видит в это время наблюдатель на видимой стороне Луны и на невидимой стороне Луны. Расставьте в таблице варианты ответов.

- 1) Солнце не видно
- 2) Солнце видно
- 3) Земля видна в полной фазе
- 4) Земля не видна

Наблюдатель на невидимой стороне Луны	Наблюдатель на видимой стороне Луны

## 4. Законы Кеплера

### ВАРИАНТ 1

**1.** Отношение кубов больших полуосей орбит двух планет равно 16. Следовательно, период обращения одной планеты больше периода обращения другой

- |             |             |              |
|-------------|-------------|--------------|
| 1) в 8 раз  | 3) в 2 раза | 5) в 32 раза |
| 2) в 4 раза | 4) в 16 раз |              |

**2.** Все утверждения, за исключением одного, верны. Укажите исключение.

1) Земля движется быстрее, когда она находится ближе к Солнцу

2) орбита Земли лежит в плоскости, проходящей через центр Солнца

3) отрезок, соединяющий Землю и Солнце, описывает равные площади за период с 21 по 23 марта и с 21 по 23 декабря

4) Солнце находится в центре эллиптической орбиты Земли

5) Земля движется медленнее, когда она находится дальше от Солнца

**3.** По своей орбите Земля движется

1) с возрастающей скоростью от афелия к перигелию

2) быстрее ночью, чем днём

3) с постоянной скоростью

4) тем быстрее, чем она ближе к Луне

5) ни одно из этих утверждений не верно

**4.** Предположим, что обнаружены три планеты, вращающиеся вокруг какой-то звезды и имеющие следующие характеристики.

Планета	Период обращения	Масса ( $M_{\oplus} = 1$ )
1	11 лет	10
2	190 лет	20
3	50 лет	0,3

Воспользовавшись законами Кеплера, расположите эти планеты в порядке возрастания расстояния от планеты до звезды. Если начать с ближайшей к звезде планеты, то их порядок

1) 1, 2, 3

3) 3, 1, 2

5) 1, 3, 2

2) 2, 3, 1

4) 2, 1, 3

**5.** Синодический период Марса 780 суток. Сколько земных лет составляет один год на Марсе?

**6.** Самый первый астероид, открытый 1 января 1801 г., был назван Церерой. В настоящее время Церера классифицируется как карликовая планета. Эксцентриситет орбиты Цереры равен 0,0793, большая ось 5,54 а. е.

1) Чему равна большая полуось орбиты карликовой планеты Цереры?

2) Вычислите сидерический период обращения Цереры вокруг Солнца (в годах).

3) Чему равно наибольшее расстояние от Цереры до Солнца?

4) Чему равно наименьшее расстояние от Цереры до Солнца?

**7.** Комета Галлея, имеющая перигелийное расстояние 0,59 а. е., обращается вокруг Солнца с периодом обращения 5,3 года. Нептун имеет период обращения 164,8 года. Какое из тел более удалено от Солнца в точке афелия своей орбиты?

**8.** Комета 9P/Темпеля имеет вытянутую орбиту, её перигелийное расстояние  $q = 1,51$  а. е., период обращения вокруг Солнца  $T = 5,52$  года. Найдите наибольшее расстояние от кометы до Солнца, большую полуось и эксцентриситет её орбиты.

**9.** Как зависит синодический период внешних планет от расстояния до Солнца?

1) чем дальше планета от Солнца, тем её синодический период больше

2) чем дальше планета от Солнца, тем её синодический период меньше

3) синодический период обращения планет не зависит от их расстояния до Солнца

4) синодические периоды обращения планет равны сидерическим периодам планет

## ВАРИАНТ 2

**1.** Отношение квадратов периодов обращения двух планет вокруг Солнца равно 8. Следовательно, отношение больших полуосей орбит этих планет равно

1) 8

2) 4

3) 16

4) 2

5) 64

**2.** Все утверждения, за исключением одного, верны. Укажите исключение.

1) в афелии скорость движения Марса по орбите наименьшая

2) плоскость орбиты Марса образует с плоскостью эклиптики угол  $1,85^\circ$

3) радиус Марса практически в 2 раза меньше радиуса Земли

4) синодический период Марса самый большой в Солнечной системе

5) Солнце находится в центре эллиптической орбиты Марса

**3.** Замечено, что противостояния некоторой малой планеты повторяются через 4,2 года. Чему равна большая полуось её орбиты?

**4.** Предположим, что обнаружены три планеты, вращающиеся вокруг какой-то звезды и имеющие следующие характеристики.

Планета	Период обращения	Плотность ( $\rho_{\oplus} = 1$ )
1	45 лет	4
2	18 лет	0,7
3	275 лет	0,6

Воспользовавшись законами Кеплера, расположите эти планеты в порядке возрастания расстояния от планеты до звезды. Если начать с ближайшей к звезде планеты, то их порядок

1) 1, 2, 3

3) 3, 1, 2

5) 1, 3, 2

2) 2, 3, 1

4) 2, 1, 3

**5.** Звёздный период обращения Юпитера вокруг Солнца составляет 12 лет. Каково среднее расстояние от Юпитера до Солнца?

**6.** Астероид Веста имеет орбиту, близкую к круговой, его перигелийное расстояние  $q = 2,15$  а. е., период обращения вокруг Солнца  $T = 3,63$  года. Найдите наибольшее расстояние

от Весты до Солнца, большую полуось и эксцентриситет орбиты астероида.

**7.** Синодический период Урана 369,7 суток. Сколько земных лет составляет один год на Уране?

**8.** Комета Энке имеет вытянутую орбиту, её перигелийное расстояние  $q = 0,33$  а. е., период обращения вокруг Солнца  $T = 3,3$  года. Найдите наибольшее расстояние от кометы до Солнца, большую полуось и эксцентриситет её орбиты.

Орбиты каких больших планет пересекает комета Энке?

**9.** Как меняется сидерический период обращения планет-гигантов вокруг Солнца с удалением от него?

1) чем дальше планета от Солнца, тем её сидерический период больше

2) чем дальше планета от Солнца, тем её сидерический период меньше

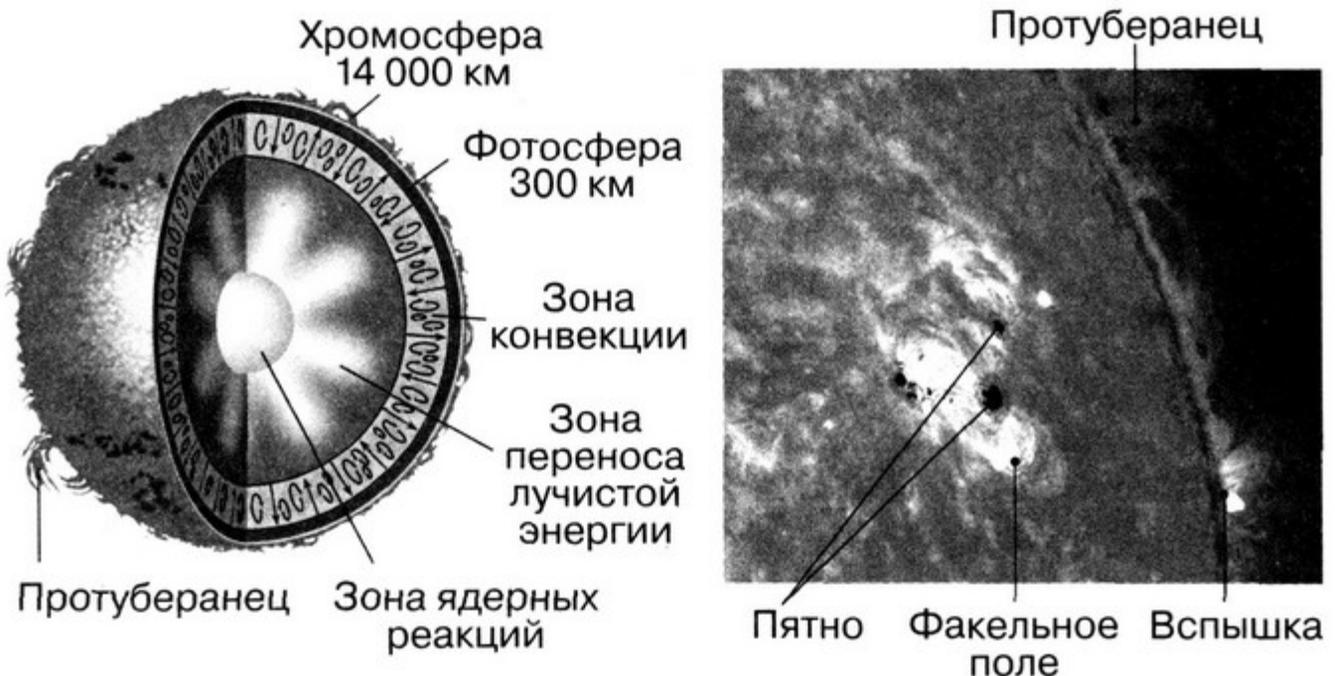
3) сидерический период обращения планет-гигантов не зависит от их расстояния от Солнца

4) период обращения планет-гигантов вокруг Солнца равен периоду их обращения вокруг оси

## СОЛНЦЕ И ЗВЁЗДЫ

### 5. Солнце

#### ВАРИАНТ 1\*



\* При выполнении работы обращайтесь к поясняющим рисункам.

**1.** Перенос энергии из недр Солнца наружу осуществляется посредством

- 1) теплопроводности
- 2) солнечного ветра
- 3) электропроводности
- 4) излучения и конвекции

**2.** Мощность излучения с единицы поверхности бело-голубой звезды больше аналогичной величины для Солнца в 16 раз. Во сколько раз температура бело-голубой звезды больше температуры жёлтого Солнца?

- |              |             |             |
|--------------|-------------|-------------|
| 1) в 196 раз | 3) в 8 раз  | 5) в 2 раза |
| 2) в 16 раз  | 4) в 4 раза |             |

**3.** Что такое гранулы Солнца?

1) видимые на уровне фотосферы струи газа, поднимающиеся вверх, имеющие диаметр около 1000 км и температуру примерно на 400 К меньшую, чем окружающие их участки фотосферы

2) видимые на уровне фотосферы струи газа, опускающиеся вниз, имеющие диаметр около 1000 км и температуру примерно на 400 К бóльшую, чем окружающие области

3) корональные дыры

4) огромные холодные области в фотосфере Солнца, иногда по размерам превышающие планеты-гиганты

**4.** Самая низкая температура на Солнце наблюдается

- 1) в солнечной короне
- 2) в хромосфере
- 3) в центральных областях Солнца
- 4) в фотосфере

Выберите два утверждения, начав с самой низкой температуры. Ответ должен состоять из двух цифр.

**5.** Наиболее мощными и быстрыми во времени проявлениями солнечной активности являются

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| 1) солнечные вспышки | 3) протуберанцы |
| 2) пятна на Солнце   | 4) факелы       |

**6.** Состояние вещества в центре Солнца можно описать, используя модель

- 1) идеального газа
- 2) вырожденного газа
- 3) нейтронного газа
- 4) несжимаемой жидкости

**7.** Наиболее холодные образования в фотосфере Солнца, причина появления которых связана с магнитным полем, называются

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1) гранулами | 3) факелами   |
| 2) пятнами   | 4) флоккулами |

**8.** Средняя плотность Солнца

- 1) намного меньше плотности воды
- 2) равна плотности воды
- 3) намного больше плотности воды
- 4) немного превышает плотность воды

**9.** Какие утверждения, связанные с солнечным ветром, являются неверными?

- 1) солнечный ветер влияет на магнитные бури на Земле
- 2) солнечный ветер влияет на появление полярных сияний
- 3) солнечный ветер долетает от Солнца до Земли в среднем за 8 минут
- 4) солнечный ветер состоит из потоков электронов, протонов и альфа-частиц

**10.** Яркие области, окружающие пятна на Солнце, называются

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1) протуберанцами | 3) спикулами  |
| 2) факелами       | 4) стримерами |

**11.** Размеры крупных пятен на Солнце

- 1) достигают сотен километров
- 2) сравнимы с размерами Луны
- 3) достигают 100 000 км
- 4) во много раз превышают расстояние от Земли до Луны

**12.** Внешние слои Солнца, которые называются солнечной атмосферой, условно разделяются на части

- 1) зона конвекции
- 2) зона переноса лучистой энергии
- 3) хромосфера
- 4) корона
- 5) фотосфера
- 6) зона ядерных реакций

Выберите верные утверждения, начав с самого низкого слоя атмосферы. Ответ должен состоять из цифр.

**13.** Многолетние наблюдения за образованием пятен на Солнце показали, что их число циклически меняется. Период такого цикла составляет в среднем

- 1) 15 лет            2) 11 лет            3) 9 лет            4) 300 лет

**14.** Массы холодной и плотной (по сравнению с окружающей короной) плазмы, поднимающейся над хромосферой Солнца на десятки и сотни тысяч километров, являются

- 1) солнечным ветром
- 2) протуберанцем
- 3) конвективным потоком
- 4) корональным выбросом массы

**15.** На Земле хромосферу Солнца нельзя увидеть в любое время из-за

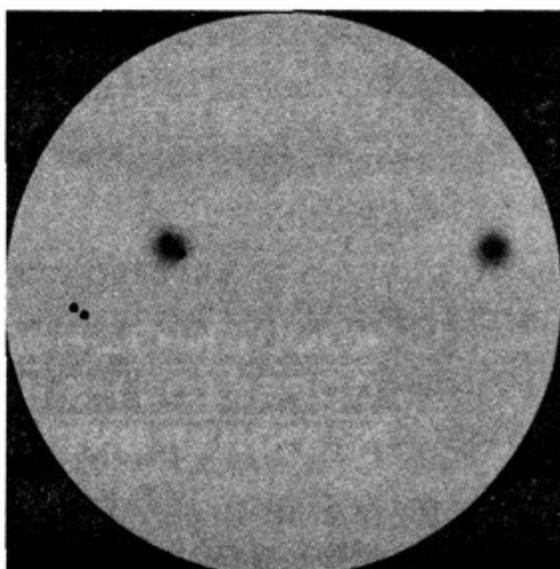
1) рассеянного в земной атмосфере солнечного света вокруг солнечного диска, поскольку излучение хромосферы в сотни раз слабее, чем Солнца

2) недостаточной температуры хромосферы

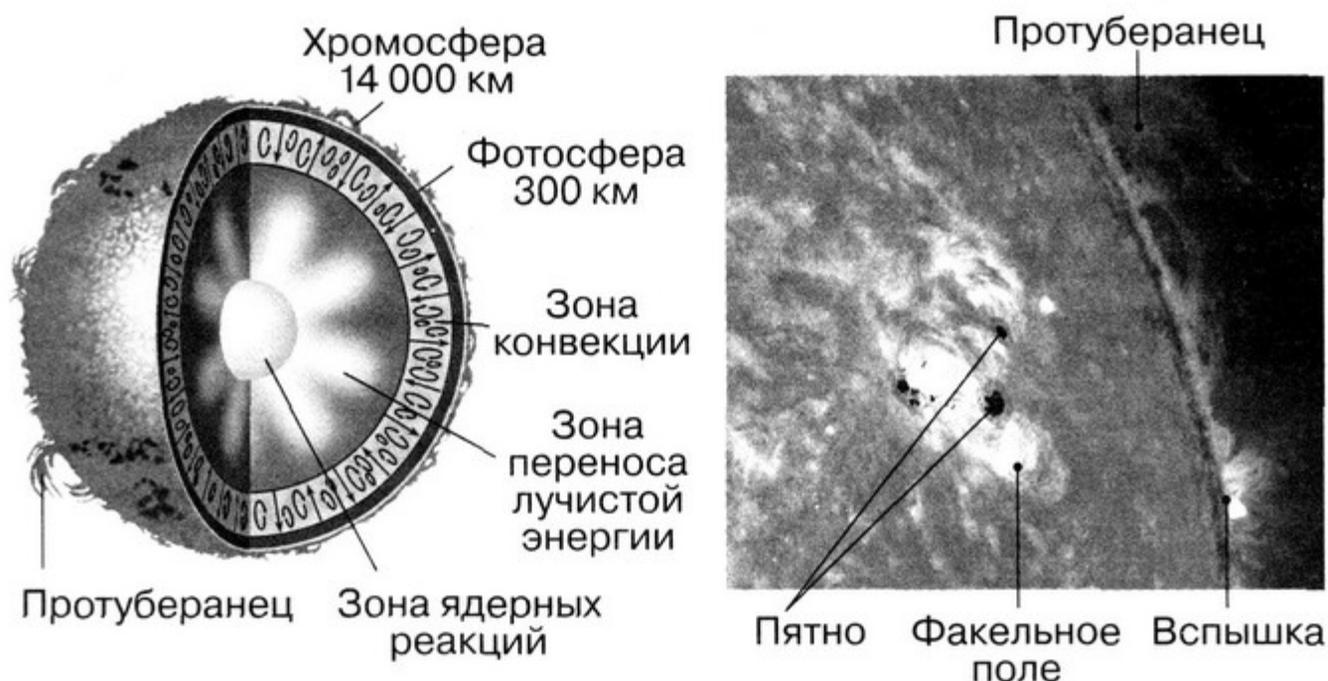
3) удалённости Земли от Солнца

4) конвективных потоков

**16\*.** Определите число Вольфа, используя рисунок.



## ВАРИАНТ 2\*



**1.** Наиболее устойчивыми во времени проявлениями солнечной активности в фотосфере Солнца, которые могут существовать неделями, являются

- 1) пятна на Солнце
- 2) корональные выбросы массы
- 3) протуберанцы
- 4) солнечные вспышки

**2.** Во сколько раз температура красного сверхгиганта спектрального класса М меньше температуры Солнца?

- |             |             |              |
|-------------|-------------|--------------|
| 1) в 4 раза | 3) в 2 раза | 5) в 196 раз |
| 2) в 8 раз  | 4) в 16 раз |              |

**3.** Небольшие светлые образования в фотосфере Солнца, размерами около 1000 км, живущие всего несколько минут, называются

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1) гранулами | 3) факелами   |
| 2) пятнами   | 4) флоккулами |

**4.** Самая высокая температура на Солнце наблюдается

- 1) в солнечной короне
- 2) в хромосфере

\* При выполнении работы обращайтесь к поясняющим рисункам.

3) в центральных областях Солнца

4) в фотосфере

Выберите два утверждения, начав с самой высокой температуры. Ответ должен состоять из двух цифр.

**5.** Индикатором солнечной активности является

1) количество солнечных пятен и солнечных вспышек

2) устойчивые стримеры

3) изменение магнитного поля Солнца

4) количество протуберанцев

**6.** Солнце излучает энергию за счёт

1) падения на поверхность межзвёздной пыли и метеорных частиц

2) химических реакций

3) термоядерных реакций

4) сжатия к центру

**7.** Солнце — это

1) красная звезда класса М

2) оранжевая звезда класса К

3) жёлтая звезда класса G

4) белая звезда класса А

**8.** Какие проявления солнечной активности не связаны с образованием и распадом в солнечной атмосфере сильных магнитных полей?

1) солнечные пятна

2) солнечные вспышки

3) протуберанцы

4) корональные выбросы массы

5) все проявления солнечной активности связаны с магнитными полями

**9.** Во внутреннем строении Солнца выделяют следующие части

1) зона конвекции

2) зона переноса лучистой энергии

- 3) хромосфера
- 4) корона
- 5) фотосфера
- 6) энерговыделяющее ядро

Выберите верные утверждения, начав от центра к поверхности Солнца. Ответ должен состоять из цифр.

**10.** На Земле корону Солнца нельзя увидеть в любое время из-за

- 1) рассеянного в земной атмосфере солнечного света вокруг солнечного диска, поскольку излучение короны в миллион раз слабее, чем самого Солнца
- 2) недостаточной температуры короны
- 3) удалённости Земли от Солнца
- 4) конвективных потоков

**11.** Кто впервые с применением телескопа обнаружил перемещение пятен по диску Солнца?

- 1) И. Ньютон
- 2) Г. Галилей
- 3) И. Фраунгофер
- 4) М. В. Ломоносов

**12.** Размеры крупных протуберанцев на Солнце можно сравнить

- 1) с размерами Луны
- 2) с размерами Земли
- 3) с размерами Юпитера
- 4) с расстоянием от Земли до Луны

**13.** Выберите неверное утверждение.

Корону Солнца можно увидеть

- 1) с помощью коронографа на Земле
- 2) с помощью специальных приборов, прикрывающих центральную область Солнца, в космических солнечных обсерваториях
- 3) при полном солнечном затмении
- 4) при полном лунном затмении

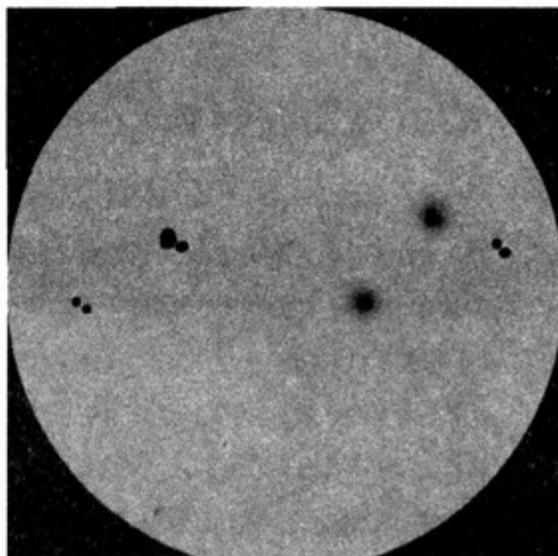
**14.** Внутренняя часть Солнца, в которой давление и температура настолько велики, что могут происходить термоядерные реакции, называется

- 1) ядром Солнца
- 2) зоной лучистого переноса
- 3) зоной конвекции
- 4) хромосферой Солнца

**15.** Солнечная активность достигает максимума в среднем каждые

- |           |            |
|-----------|------------|
| 1) 20 лет | 3) 9 лет   |
| 2) 11 лет | 4) 300 лет |

**16\*.** Определите число Вольфа, используя рисунок.



## 6. Годи́чный параллакс и расстояния до звёзд

### ВАРИАНТ 1

**1.** Известны параллаксы пяти ближайших звёзд. Определите расстояние до этих звёзд в парсеках и световых годах и занесите в таблицу.

Звезда	Параллакс	Расстояние до звезды, пк	Расстояние до звезды, св. лет
Проксима Центавра	0,768"		
$\alpha$ Центавра А	0,754"		
$\alpha$ Центавра В	0,754"		
Звезда Барнарда	0,546"		
$\alpha$ Б. Пса (Сириус) А	0,379"		

**2.** Первые достоверные измерения параллаксов звёзд были выполнены В. Я. Струве и Ф. Бесселем в XIX в. Так, в 1814 г. В. Я. Струве в Дерптской обсерватории определил годичный параллакс Альтаира ( $0,181'' \pm 0,094''$ ) достаточно близко к современному значению ( $0,195''$ ).

Определите расстояние до звезды Альтаир в парсеках и световых годах по современным данным.

**3.** На каком расстоянии от центра Галактики находится шаровое звёздное скопление, если его угловое расстояние от центра Галактики  $2,0'$ , а от нас оно удалено на  $10$  Мпк?

## ВАРИАНТ 2

**1.** Известны параллаксы пяти ярких звёзд. Определите расстояние до этих звёзд в парсеках и световых годах и занесите в таблицу.

Звезда	Параллакс	Расстояние до звезды, пк	Расстояние до звезды, св. лет
$\alpha$ Б. Пса (Сириус)	$0,379''$		
$\alpha$ М. Пса (Процион)	$0,285''$		
$\alpha$ Лирь (Вега)	$0,130''$		
$\alpha$ Волопаса (Арктур)	$0,0888''$		
$\alpha$ Возничего (Капелла)	$0,0762''$		

**2.** Первые достоверные измерения параллаксов звёзд были выполнены В. Я. Струве и Ф. Бесселем в XIX в. Так, в 1838 г. Ф. Бессель в Кёнигсбергской обсерватории получил для параллакса звезды  $\beta$  Лебеда значение  $0,314'' \pm 0,014''$  (современное значение  $0,287''$ ).

Определите расстояние до звезды  $\beta$  Лебеда в парсеках и световых годах по современным данным.

**3.** На каком расстоянии от центра Галактики находится рассеянное звёздное скопление, если его угловое расстояние от центра Галактики  $1,0'$ , а от нас оно удалено на  $10$  Мпк?

## 7. Звёзды

### ВАРИАНТ 1

**1.** Массивные звёзды ранних спектральных классов, в сотни тысяч раз превышающие светимость Солнца, называются

- 1) голубые сверхгиганты
- 2) красные сверхгиганты
- 3) сверхновые
- 4) красные гиганты
- 5) новые звёзды

**2.** Самые горячие звёзды главной последовательности имеют температуру

- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| 1) 1 000 000 000 К | 3) 20 000 К |
| 2) 60 000 К        | 4) 10 000 К |

**3.** Скорость эволюции звезды зависит прежде всего от

- 1) светимости
- 2) массы
- 3) температуры поверхности
- 4) химического состава

**4.** Диаграмма Герцшпрунга—Рассела представляет зависимость между

- 1) массой и спектральным классом звезды
- 2) спектральным классом и радиусом
- 3) массой и радиусом
- 4) эффективной температурой и светимостью

**5.** Белые карлики, нейтронные звёзды и чёрные дыры являются

- 1) типичными звёздами главной последовательности
- 2) последовательными стадиями эволюции массивных звёзд
- 3) начальными стадиями образования звёзд различной массы
- 4) конечными стадиями эволюции звёзд различной массы

**6.** Область белых карликов на диаграмме Герцшпрунга—Рассела расположена

- 1) в верхней левой части диаграммы
- 2) в верхней правой части диаграммы

- 3) в нижней левой части диаграммы
- 4) в нижней правой части диаграммы

### 7. Эволюция звёзд — это

- 1) процесс превращения протозвезды и последующее постоянное излучение без изменения светимости
- 2) изменение светимости звезды со временем вследствие испускания потоков вещества типа «солнечного ветра»
- 3) изменение химического состава и внутреннего строения с изменением светимости в результате реакций термоядерного синтеза
- 4) изменение светимости звезды со временем из-за увеличения массы звезды в результате поглощения межзвёздного газа и пыли

**8.** Во сколько раз красный гигант больше красного карлика, если их светимости отличаются в 100 раз?

**9.** Вычислите светимость  $\beta$  Ориона (Ригель), если известно, что его видимая звёздная величина  $0,12^m$ , а свет от него идёт до Земли 860 лет.

**10.** Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса ( $M_{\odot} = 1$ )	Радиус ( $R_{\odot} = 1$ )	Видимая звёздная величина, $m$	Расстояние до звезды, св. лет
Процион	6990	1,5	2	0,37	11
Сириус	9940	2	1,7	-1,46	8,6
Канопус	6998	8	71	-0,72	310
Арктур	4300	1	25	-0,05	36
Денеб	8550	21	210	1,25	1640
Фомальгаут	8500	1,92	1,85	1,16	25
Поллукс	4666	1,92	8,8	1,15	33,7

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) самой яркой звездой на небе является Сириус

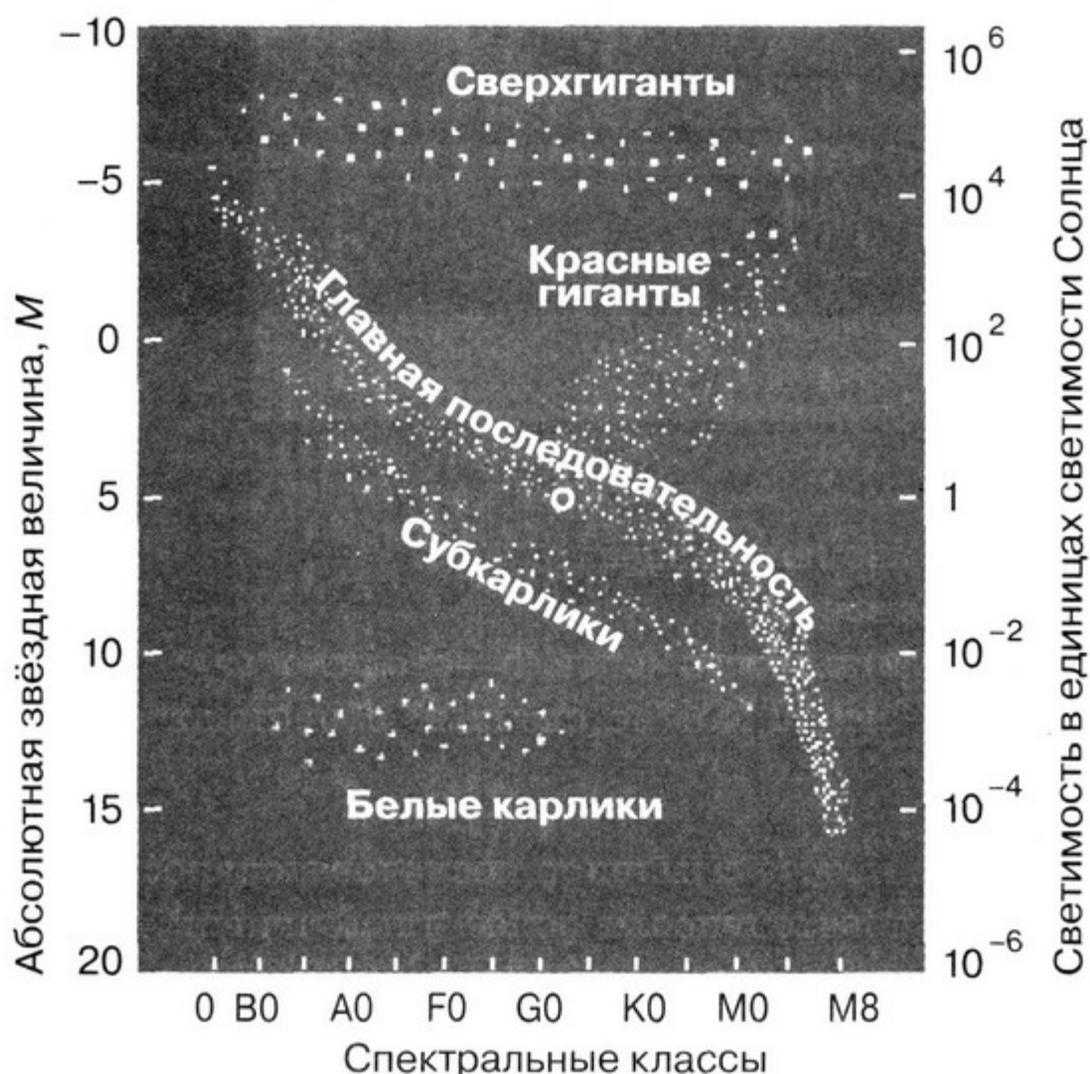
2) звёзды Арктур и Поллукс находятся примерно на одинаковом расстоянии от Земли и, следовательно, относятся к одному созвездию

3) масса Сириуса примерно в 10 раз меньше, чем Денеба, поэтому эволюция Сириуса будет проходить быстрее

4) так как массы звёзд Фомальгаут и Поллукс примерно одинаковы, то они относятся к одному и тому же спектральному классу

5) поскольку температуры Проциона и Канопуса примерно равны, то они относятся к одному и тому же спектральному классу

**11.** На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга—Рассела.



Выберите два утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

1) температура звёзд спектрального класса G в 2 раза выше температуры звёзд спектрального класса A

2) звезда Бетельгейзе относится к сверхгигантам, поскольку её радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца

3) плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов

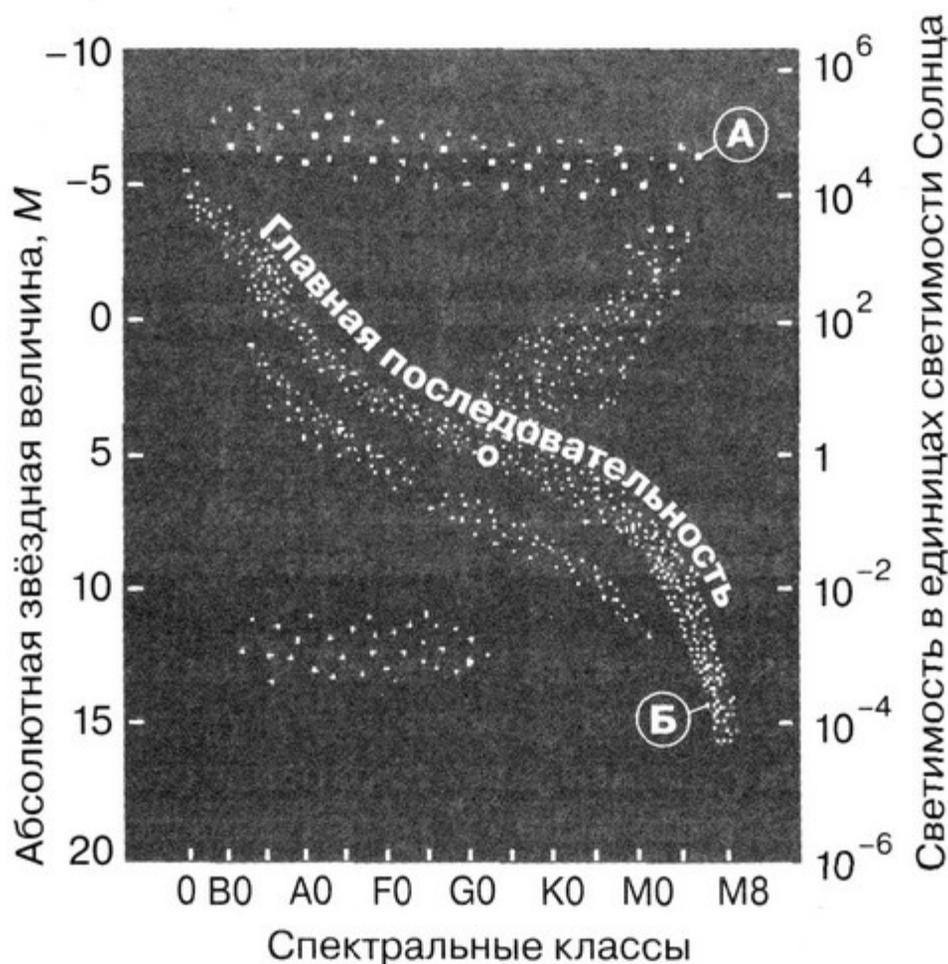
4) звезда Антарес имеет температуру поверхности 3300 К и относится к звёздам спектрального класса A

5) «жизненный цикл» звезды спектрального класса K главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса B главной последовательности

**12.** Какой вывод можно сделать, сравнивая положения звёзд А и Б на диаграмме «спектр—светимость»:

1) о радиусе звёзд;

2) о стадии эволюции звёзд?



Какая звезда является сверхгигантом и какая — карликом?

## ВАРИАНТ 2

**1.** Звёзды поздних спектральных классов с низкой светимостью называются

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 1) красные гиганты | 3) белые карлики |
| 2) красные карлики | 4) субкарлики    |

**2.** Наша звезда Солнце является

- 1) звездой главной последовательности спектрального класса G2
- 2) красным гигантом спектрального класса M2
- 3) красным карликом спектрального класса M2
- 4) белым карликом

**3.** Красные гиганты — это звёзды

- 1) больших светимостей и малых радиусов
- 2) больших светимостей и низких температур поверхности
- 3) больших температур поверхности и малых светимостей
- 4) больших светимостей и высоких температур

**4.** Звезда на диаграмме Герцшпрунга—Рассела после превращения водорода в гелий перемещается по направлению

- 1) вверх по главной последовательности, к голубым гигантам
- 2) звезда в процессе эволюции, однажды попав на главную последовательность, от неё не отходит
- 3) в сторону низких светимостей
- 4) в сторону ранних спектральных классов
- 5) от главной последовательности к красным гигантам и сверхгигантам

**5.** Если звёзды нанести на диаграмму Герцшпрунга—Рассела, то большинство из них будет находиться на главной последовательности. Из этого вытекает, что

- 1) на главной последовательности концентрируются самые молодые звёзды
- 2) продолжительность пребывания на стадии главной последовательности превышает время эволюции на других стадиях

3) это является чистой случайностью и не объясняется теорией эволюции звёзд

4) на главной последовательности концентрируются самые старые звёзды

**6.** Давление и температура в центре звезды определяются прежде всего

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| 1) светимостью            | 3) химическим составом |
| 2) температурой атмосферы | 4) массой звезды       |

**7.** Наиболее распространённый тип звёзд среди ближайших к нашей звезде

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| 1) голубые сверхгиганты | 3) красные карлики |
| 2) красные сверхгиганты | 4) белые карлики   |

**8.** Во сколько раз отличаются светимости двух звёзд одинакового цвета, если радиус одной из них больше, чем другой, в 25 раз?

**9.** Вычислите светимость  $\alpha$  Лебеда (Денеб), если известно, что его видимая звёздная величина  $1,25^m$ , а свет от него идёт до Земли 1640 лет.

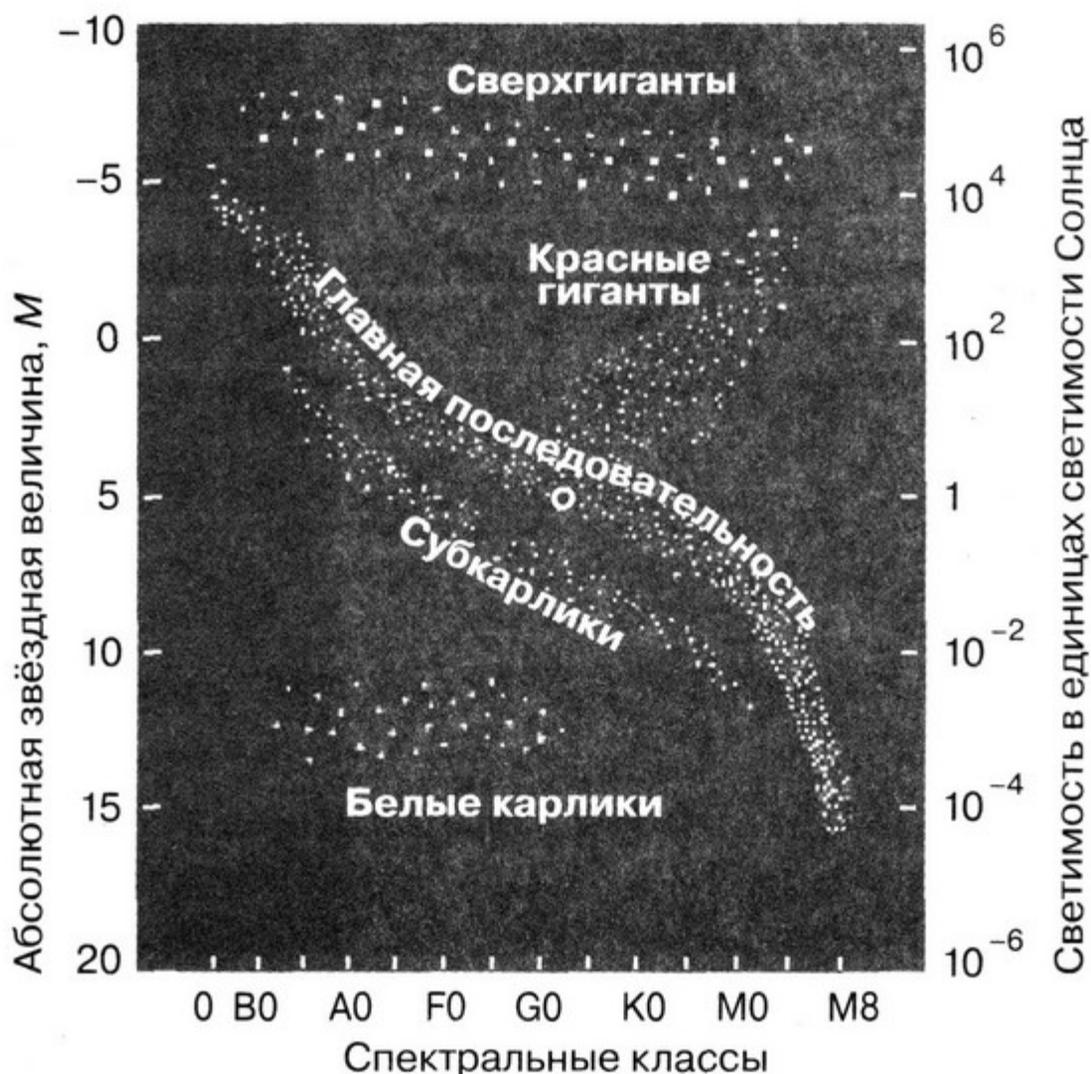
**10.** Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса ( $M_{\odot} = 1$ )	Радиус ( $R_{\odot} = 1$ )	Расстояние до звезды, св. лет
Альдебаран	3500	2,5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	17
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10 600	3	3	27
Капелла	5200	3	12	45
Кастор	10 400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	22 400	10	7	250

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) звезда Спика относится к звёздам спектрального класса F
- 2) плотность вещества звезды Вега составляет  $1 \text{ г/см}^3$
- 3) звёзды Кастор и Капелла находятся на расстоянии от Солнца около 14 пк
- 4) звёзды Вега и Кастор имеют примерную одинаковую температуру и массу, следовательно, будет одинаковой и их видимая звёздная величина
- 5) температура поверхности и радиус Альдебарана говорят о том, что эта звезда относится к гигантам

**11.** На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга—Рассела.



Выберите два утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) плотность гигантов существенно меньше средней плотности звёзд главной последовательности

2) звезда Альтаир, имеющая радиус  $1,7R_{\odot}$ , относится к сверхгигантам

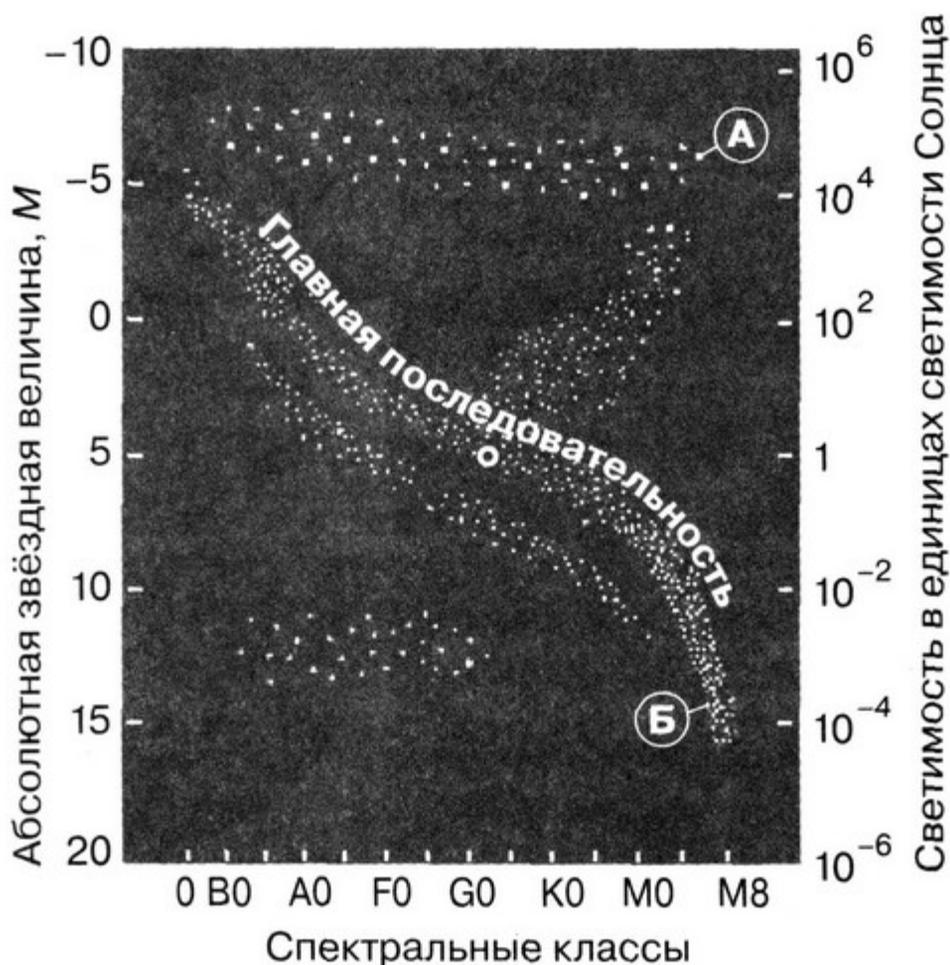
3) температура поверхности звёзд спектрального класса М ниже температуры поверхности звёзд спектрального класса А

4) звезда Бетельгейзе относится к голубым звёздам главной последовательности, поскольку её радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца

5) «жизненный цикл» звезды спектрального класса В главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса G главной последовательности

**12.** Какой вывод можно сделать, сравнивая положения звёзд А и Б на диаграмме «спектр—светимость»:

- 1) о светимости звёзд;
- 2) о температуре звёзд?



## 8. Сверхновые звёзды

### ВАРИАНТ 1

1. Укажите порядок стадий эволюции для звезды, масса которой  $30M_{\odot}$ . Ответ запишите в виде последовательности цифр.

- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| 1) белый карлик      | 4) красный сверхгигант        |
| 2) сверхновая звезда | 5) главная последовательность |
| 3) красный гигант    | 6) протозвезда                |

2. Абсолютная звёздная величина  $M$  сверхновых звёзд заключена в пределах от  $-13^m$  до  $-22^m$ , что соответствует светимости,

- 1) в сотни раз превышающей светимость Солнца
- 2) в тысячи раз превышающей светимость Солнца
- 3) в сотни тысяч раз превышающей светимость Солнца
- 4) от десятков миллионов до десятков миллиардов светимостей Солнца

3. В нашей Галактике в 1572 г. вспыхнула сверхновая звезда. Её наблюдения проводил

- |               |                |
|---------------|----------------|
| 1) Г. Галилей | 3) Н. Коперник |
| 2) Т. Браге   | 4) И. Кеплер   |

4. Крабовидная туманность, совпадающая с источником мощного радиоизлучения, является результатом вспышки сверхновой в

- |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| 1) 1006 г. | 2) 1054 г. | 3) 1572 г. | 4) 1604 г. |
|------------|------------|------------|------------|

5. По наблюдаемым характеристикам сверхновые принято разделять на две большие группы — сверхновые первого типа и сверхновые второго типа. В спектрах сверхновых первого типа нет линий водорода, что может свидетельствовать о том, что

1) взрыв происходит в звёздах, лишённых оболочки, богатой водородом (например, взрыв белого карлика, входящего в состав двойной системы)

2) взрыв происходит в звёздах, у которых с момента рождения (стадии протозвезды) не было водорода

3) взрыв происходит в массивных звёздах, находящихся на поздних этапах эволюции

6. В 1987 г. в Большом Магеллановом Облаке (БМО) вспыхнула сверхновая звезда, которая в максимуме имела видимую звёздную величину  $m = +3^m$ . Определите абсолютную звёздную величину сверхновой, если расстояние до БМО  $R = 52$  кпк. Сравните с типичными абсолютными звёздными величинами сверхновых.

7\*. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о вспышках сверхновых, видимых невооружённым глазом, после 1000 г. в нашей Галактике.

Сверхновая	Созвездие	Макс. блеск	Расстояние, св. лет	Тип	Длительность видимости	Остаток
SN 1006	Волк	-7,5	7200	Ia	18 месяцев	SNR 1006
SN 1054	Телец	-6	6300	II	21 месяц	Крабовидная туманность
SN 1181	Кассиопея	-1	8500	Неизвестен	6 месяцев	ЗС58
SN 1572	Кассиопея	-4	7500	Ia	16 месяцев	Остаток сверхновой Тихо
SN 1604	Змееносец	-2,5	20 000	Ia	18 месяцев	Остаток сверхновой Кеплера

Выберите два неверных утверждения.

1) предполагается, что самая яркая вспышка сверхновой в нашей Галактике была в 1006 г.

2) Т. Браге наблюдал вспышку сверхновой более одного года

3) предшественником сверхновой SN 1054 была массивная ( $8-10M_{\odot}$ ) звезда

4) наблюдения вспышки сверхновой звезды — редкое событие; так, две последние вспышки в Галактике наблюдались Т. Браге в 1572 г. и И. Кеплером в 1604 г.

5) если видимая звёздная величина сверхновой увеличивается на десятки звёздных величин, то блеск увеличивается в миллионы или в миллиарды раз

6) расстояние, на котором расположена Крабовидная туманность, примерно 2 кпк

7) все сверхновые, видимые невооружённым глазом, после 1000 г. в нашей Галактике находятся на расстоянии свыше 10 кпк

## ВАРИАНТ 2

**1.** Гигантский взрыв, являющийся финалом эволюции массивной звезды, при котором выделяется энергия, сопоставимая с той, которую Солнце может излучить за миллиарды лет, свидетельствует о появлении

1) цефеиды — переменной звезды-сверхгиганта спектрального класса F или G

2) новой звезды

3) сверхновой звезды II типа

4) протозвезды массой более  $20M_{\odot}$

**2.** В максимуме блеска сверхновая звезда сравнима по светимости

1) с голубым сверхгигантом

2) с красным сверхгигантом

3) со светимостью шарового звёздного скопления

4) со всей звёздной системой (галактикой), в которой она вспыхнула, и даже может превосходить её

**3.** В нашей Галактике в 1604 г. вспыхнула сверхновая звезда, её наблюдения проводил

1) Г. Галилей

3) Н. Коперник

2) И. Кеплер

4) Т. Браге

**4.** Астроном, наблюдавший эту вспышку сверхновой звезды в течение нескольких месяцев, смог определить параллакс и сделал вывод, что «новая звезда» находится намного дальше Луны. На месте этой вспышки в 1952 г. был найден источ-

ник радиоизлучения, а в 1960 г. остаток сверхновой был найден в оптическом диапазоне. Вспышка сверхновой произошла в

- 1) 1006 г.      2) 1054 г.      3) 1572 г.      4) 1604 г.

**5.** Спектры сверхновых II типа имеют водородные линии, кривые блеска их сильно различаются по скорости спада. Это соответствует

- 1) концу термоядерной эволюции массивной звезды с массой больше  $8M_{\odot}$   
 2) конечной стадии эволюции звёзд с массой около  $M_{\odot}$   
 3) конечной стадии эволюции белых карликов

**6.** В галактике вспыхнула сверхновая звезда, которая в максимуме имела видимую звёздную величину  $+6^m$ . Определите расстояние до данной галактики, если это была вспышка Ia типа. В среднем абсолютная звёздная величина сверхновых Ia типа равна  $-17,5^m$ .

**7\*.** Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о вспышках сверхновых, видимых невооружённым глазом, после 1000 г. в нашей Галактике.

Сверхновая	Созвездие	Макс. блеск	Расстояние, св. лет	Тип	Длительность видимости	Остаток
SN 1006	Волк	-7,5	7200	Ia	18 месяцев	SNR 1006
SN 1054	Телец	-6	6300	II	21 месяц	Крабовидная туманность
SN 1181	Кассиопея	-1	8500	Неизвестен	6 месяцев	ЗС58
SN 1572	Кассиопея	-4	7500	Ia	16 месяцев	Остаток сверхновой Тихо
SN 1604	Змееносец	-2,5	20 000	Ia	18 месяцев	Остаток сверхновой Кеплера

Выберите два неверных утверждения.

1) вспышка сверхновой SN 1604 произошла более 20 тысяч лет назад

2) сверхновые звёзды II типа имеют в спектрах линии водорода, а сверхновые звёзды I типа — не имеют

3) звёздами-прародителями для сверхновых II типа являются короткоживущие массивные ( $8-10M_{\odot}$ ) звёзды

4) если видимая звёздная величина сверхновой увеличивается на десятки звёздных величин, то светимость увеличивается в миллионы раз

5) в спиральных галактиках, где в рукавах много молодых массивных сверхгигантов спектральных классов O и B, вспыхивают сверхновые II типа

6) сверхновая SN 1987A в ближайшей галактике Большое Магелланово Облако расположена там, где на старых фотографиях была лишь звёздочка 12-й величины; в 1987 г. её видимая звёздная величина в максимуме достигла  $+2,9^m$ , что позволяло легко наблюдать сверхновую невооружённым глазом на всей территории нашей страны

7) многие сверхновые образуются при коллапсе (или взрыве) белых карликов (вспышки Ia типа); так как все белые карлики похожи друг на друга, имеют примерно одинаковую массу, сверхновые Ia типа имеют приблизительно одинаковые звёздные величины в любой галактике, что позволяет астрономам определять расстояния до них

## СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

### 9. Галактики

#### ВАРИАНТ 1

1. В нашей Галактике в 1572 г. вспыхнула сверхновая звезда в созвездии Кассиопеи, в 2300 пк (7500 св. лет) от Солнечной системы. Её наблюдения проводил

1) Г. Галилей

2) Т. Браге

3) Н. Коперник

2. В Большом Магеллановом Облаке в 51,4 кпк от Земли вспыхнула сверхновая SN 1987A. В максимуме она имела ви-

димую звёздную величину  $+3^m$ . Определите абсолютную звёздную величину  $M$  сверхновой.

**3.** Абсолютные звёздные величины  $M$  цефеид с периодом свыше 40 дней достигают  $-7^m$ . Определите расстояние до цефеиды, если она наблюдается как звезда с видимой звёздной величиной  $+18^m$ . Принадлежит ли она нашей Галактике?

**4.** Каков линейный размер галактики Треугольника (M33), если она видна под углом  $45'$ , а расстояние до неё составляет 900 кпк?

**5.** Какова скорость удаления галактики Сомбреро (M104), находящейся на расстоянии 30 Мпк? Постоянную Хаббла принять равной  $71 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$ .

**6.** Тёмная полоса, идущая вдоль диска спиральной галактики, — это

1) непрозрачный слой межзвёздной среды, скопление межзвёздной пыли и газа

2) скопление холодных звёзд поздних спектральных классов

3) места, в которых отсутствуют яркие звёзды

4) места, в которых много планетарных туманностей

**7.** Гигантские молекулярные облака, располагающиеся в Галактике и имеющие температуру  $5-10 \text{ К}$ , характерное время жизни  $10-100$  млн лет и массу около миллиона масс Солнца, связаны с

1) гало Галактики

2) шаровыми звёздными скоплениями

3) пульсарами

4) очагами звездообразования

**8.** Если цвет галактики голубоватый, галактика излучает в оптических спектральных линиях, возникающих при облучении газа ультрафиолетовым излучением голубых сверхгигантов, а также регистрируется мощное излучение «тёплой» межзвёздной пыли, это говорит о

1) повышенной активности звездообразования

2) пониженной активности звездообразования

3) вспышке нескольких сверхновых звёзд одновременно в недалёком прошлом

4) повышенной частоте вспышек новых звёзд

9. К какому типу относится галактика Большое Магелланово Облако?

1) эллиптическая галактика

2) спиральная галактика без перемычки

3) спиральная галактика с перемычкой

4) неправильная галактика

## ВАРИАНТ 2

1. В нашей Галактике в 1604 г. вспыхнула сверхновая звезда в созвездии Змееносца, в 6000 пк от Солнечной системы. Её наблюдения проводил

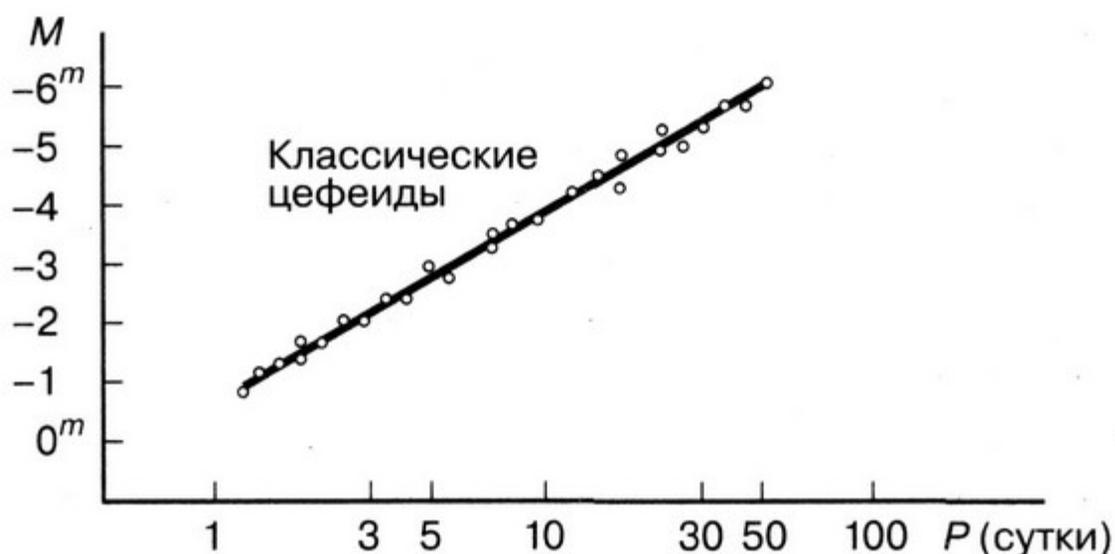
1) Г. Галилей

2) И. Ньютон

3) И. Кеплер

2. В галактике Андромеды (M31) в 1885 г. вспыхнула сверхновая, её видимая звёздная величина была  $+6^m$ . Расстояние до галактики Андромеды 772 кпк. Определите абсолютную звёздную величину  $M$  сверхновой.

3. Определите расстояние до цефеиды, если её период 10 дней, а видимая звёздная величина  $+17^m$ . Может ли данная цефеида находиться в Местной группе галактик?



**4.** Каков линейный размер карликовой галактики в созвездии Дракон (Местная группа галактик), если она видна под углом  $30'$ , а расстояние до неё составляет 80 кпк? Является ли данная галактика спутником нашей Галактики?

**5.** Группа Хиксон 56 состоит из пяти взаимодействующих галактик, расстояние до которых более 400 млн световых лет. Какова скорость удаления этой группы галактик? Постоянную Хаббла принять равной  $71 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$ .

**6.** Наиболее компактная область галактики, в которой наблюдается высокая концентрация звёзд — в каждом кубическом парсеке находятся тысячи звёзд, называется

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1) гало           | 3) спиральная ветвь |
| 2) ядро галактики | 4) диск             |

**7.** К какому типу галактик относится туманность Андромеды?

- 1) эллиптическая галактика
- 2) спиральная галактика без перемычки
- 3) спиральная галактика с перемычкой
- 4) неправильная галактика

**8.** При интенсивном звездообразовании в молодых галактиках

- 1) они характеризуются высокой степенью металличности
- 2) они характеризуются повышенным содержанием красных гигантов и красных сверхгигантов
- 3) в них содержится большое количество пыли
- 4) они характеризуются низкой степенью металличности и повышенным количеством голубых сверхгигантов

**9.** Галактика, почти лишённая межзвёздного газа, не содержащая молодых звёзд и имеющая только сферическую подсистему,

- 1) спиральная
- 2) взаимодействующая
- 3) эллиптическая
- 4) неправильная

## 10. Основы современной космологии

### ВАРИАНТ 1

1. Что называют Вселенной?

2. Что является более общим понятием — Вселенная или Метагалактика? Какие структурные элементы входят в состав Метагалактики?

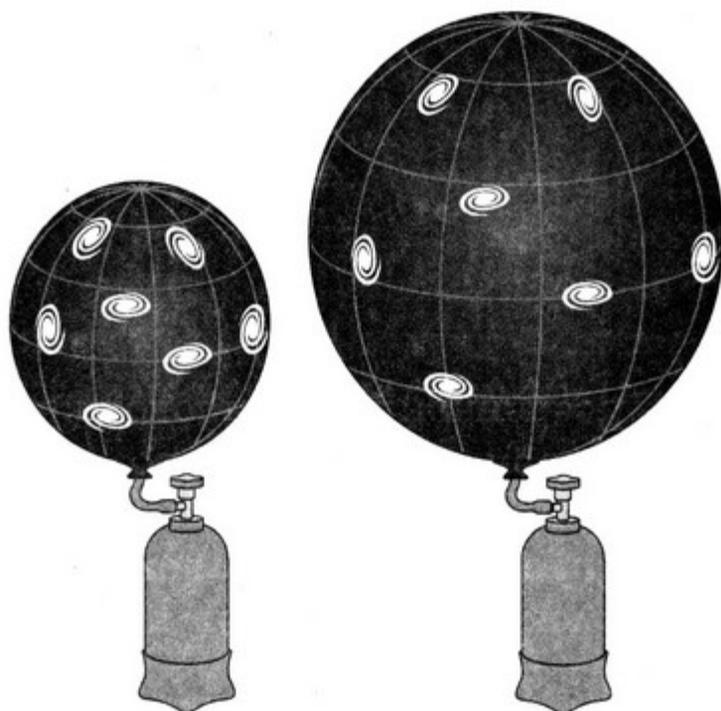
3. Что означает термин «Большой взрыв»?

- 1) взрыв сверхновой
- 2) взрыв ядра галактики
- 3) момент, когда началось расширение Вселенной, перед которым Вселенная находилась в сингулярном состоянии
- 4) взрывное звездообразование при столкновении галактик

4. Какие учёные предполагали, что Вселенная стационарна и неизменна во времени? Ответ запишите как последовательность цифр.

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1) И. Ньютон   | 4) Ф. Хойл       |
| 2) А. Эйнштейн | 5) А. А. Фридман |
| 3) Ж. Леметр   | 6) Г. А. Гамов   |

5. Кто первым ввёл нестационарную модель Вселенной, берущей начало из плотного состояния (сингулярного), но при этом однородной и изотропной?



**6.** Какие экспериментальные доказательства расширения Вселенной стали известны в XX в.?

**7.** Каков возраст Вселенной по современным данным (в млрд лет)?

**8.** Чему была равна температура Вселенной в то время, когда начали образовываться первые протоны и нейтроны?

**9.** Современные доказательства теории Большого взрыва.

1) Нестационарные модели Вселенной. Закон Хаббла.

2) Реликтовое излучение, 1965 г.

3) Первичный нуклеосинтез в первые 1—200 с. Наблюдаемый химический состав космических тел.

4) Теория блинов Я. Б. Зельдовича, 1970 г. Открыта ячеистая структура Вселенной в 1975 г. А. Г. Дорошкевичем и С. Ф. Шандариным.

5) В 1992 г. была открыта анизотропия реликтового излучения — незначительное отклонение температуры (на 30 мкК) от среднего значения 2,725 К в различных направлениях на небе. Открытие анизотропии реликтового излучения также подтверждает теорию горячей Вселенной и Большого взрыва.

6) 17 марта 2014 г. зафиксированы так называемые реликтовые гравитационные волны, возникшие сразу после Большого Взрыва (методами радиоастрономии), — доказательство космической инфляции.

Какое доказательство вы считаете самым главным и почему?

**10.** Первичный нуклеосинтез прекратился в первые три минуты жизни Вселенной. Углерод — наиболее распространённый во Вселенной элемент после водорода и гелия.

Элемент	Порядковый номер	Атомная масса, а. е. м.	Концентрация (по массе)
H	1	1,0087	0,774
He	2	4,0024	0,208

Элемент	Порядковый номер	Атомная масса, а. е. м.	Концентрация (по массе)
C	6	12,01	$3,8 \cdot 10^{-3}$
N	7	14,01	$9,3 \cdot 10^{-4}$
O	8	16,00	$8,5 \cdot 10^{-3}$

Все элементы тяжелее гелия сформировались не в первые три минуты существования Вселенной, а в процессе эволюции звёзд. Была, однако, очень незначительная примесь дейтерия (изотопа гелия) и лития, буквально доли процента, которые успели образоваться за первые три минуты. Только через миллиард лет после Большого взрыва первыми звёздами в космос были выброшены тяжёлые элементы, например углерод, железо, золото и т. д. В результате каких процессов образовался углерод?

**11.** Какова роль монооксида углерода CO в процессе формирования протопланетных облаков и образования звёзд и планет?

**12.** В каком месте космоса произошёл Большой взрыв?

- 1) в ядре нашей Галактики
- 2) в центре скопления галактик в созвездии Дева
- 3) в центре Вселенной
- 4) везде, потому что пространство везде расширяется

#### ВАРИАНТ 2

1. Что называют Метагалактикой?
2. Что изучает космология?
3. Чем ограничен размер Метагалактики?
4. Кем был введён термин «Большой взрыв»?
5. В чём заключалась модель Вселенной Ньютона?

**6.** Какие учёные предполагали, что пространство Вселенной евклидово?

1) И. Ньютон

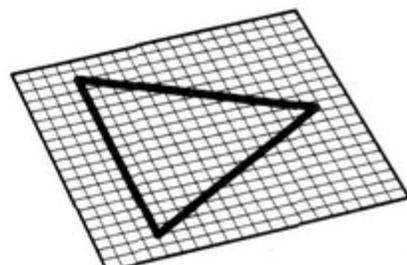
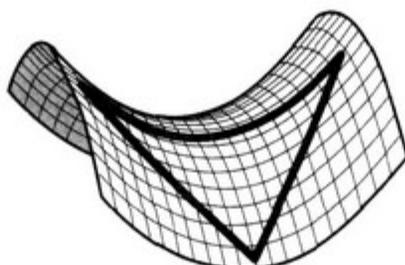
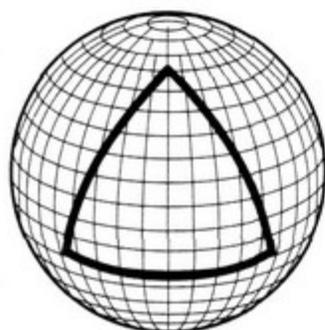
2) А. Эйнштейн

3) Ж. Леметр

4) Ф. Хойл

5) А. А. Фридман

6) Г. А. Гамов



**7.** Запишите формулу закона Хаббла. Чему равна постоянная Хаббла по современным представлениям?

**8.** Чему равна температура реликтового излучения, открытого в 1965 г.?

**9.** Современные доказательства теории Большого взрыва.

1) Нестационарные модели Вселенной. Закон Хаббла.

2) Реликтовое излучение, 1965 г.

3) Первичный нуклеосинтез в первые 1—200 с. Наблюдаемый химический состав космических тел.

4) Теория блинов Я. Б. Зельдовича, 1970 г. Открыта ячеистая структура Вселенной в 1975 г. А. Г. Дорошкевичем и С. Ф. Шандариным.

5) В 1992 г. была открыта анизотропия реликтового излучения — незначительное отклонение температуры (на 30 мкК) от среднего значения 2,725 К в различных направлениях на небе. Открытие анизотропии реликтового излучения также подтверждает теорию горячей Вселенной и Большого взрыва.

6) 17 марта 2014 г. зафиксированы так называемые реликтовые гравитационные волны, возникшие сразу после Большого взрыва (методами радиоастрономии), — доказательство космической инфляции.

Какое доказательство вы считаете самым главным и почему?

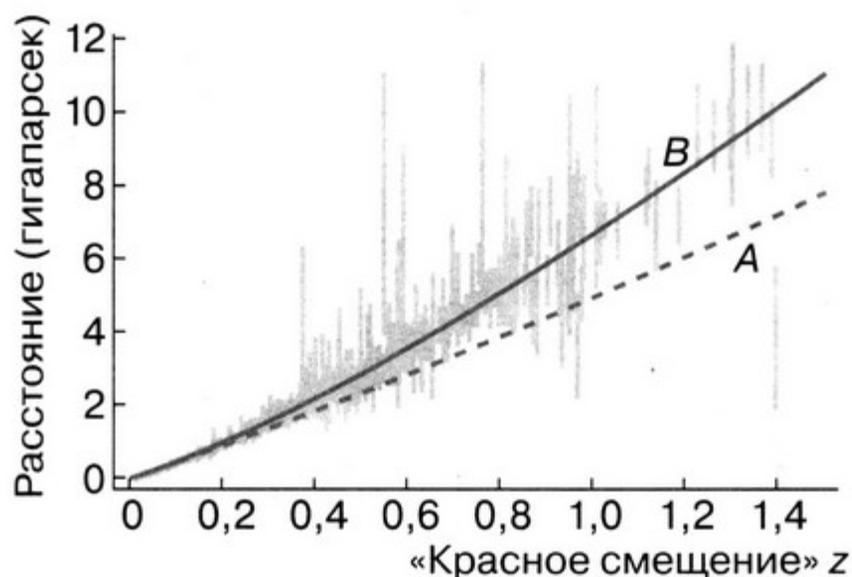
**10.** Первичный нуклеосинтез прекратился в первые три минуты жизни Вселенной. Углерод — наиболее распространённый во Вселенной элемент после водорода и гелия.

Элемент	Порядковый номер	Атомная масса, а. е. м.	Концентрация (по массе)
H	1	1,0087	0,774
He	2	4,0024	0,208
C	6	12,01	$3,8 \cdot 10^{-3}$
N	7	14,01	$9,3 \cdot 10^{-4}$
O	8	16,00	$8,5 \cdot 10^{-3}$

Все элементы тяжелее гелия сформировались не в первые три минуты существования Вселенной, а в процессе эволюции звёзд. Была, однако, очень незначительная примесь дейтерия (изотопа гелия) и лития, буквально доли процента, которые успели образоваться за первые три минуты. Только через миллиард лет после Большого взрыва первыми звёздами в космос были выброшены тяжёлые элементы, например углерод, железо, золото и т. д. В результате каких процессов образовались железо, уран и золото?

**11.** Продолжает ли поступать углерод из космоса в настоящее время?

**12.** О чём не свидетельствуют кривые A и B на графике ускоренного расширения Вселенной?



- 1) наблюдаемое ускорение создаёт неизвестный прежде вид материи, который обладает свойством антигравитации
- 2) Вселенная расширяется с ускорением
- 3) Вселенная расширяется равномерно
- 4) расширение Вселенной будет продолжаться неограниченно

# Контрольные работы

## Солнечная система

### ВАРИАНТ 1

**1.** Самой внешней планетой Солнечной системы является

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Сатурн | 3) Уран   |
| 2) Нептун | 4) Юпитер |

**2.** Какая планета Солнечной системы имеет наибольший сидерический период обращения?

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 3) Уран   |
| 2) Земля    | 4) Нептун |

**3.** На какой из планет наблюдается Большое Красное Пятно?

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1) на Нептуне | 3) на Венере  |
| 2) на Сатурне | 4) на Юпитере |

**4.** Орбиты планет Солнечной системы

- 1) являются круговыми
- 2) имеют небольшой эксцентриситет и наклонены к плоскости эклиптики под небольшими углами
- 3) наклонены к плоскости эклиптики под любыми углами
- 4) являются эллипсами, имеющими большой эксцентриситет

**5.** Какая из приведённых ниже пар планет и спутников планет характеризуется общей особенностью: на поверхности много кратеров и гор?

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| 1) Меркурий и Луна | 3) Сатурн и Ганимед |
| 2) Марс и Европа   | 4) Нептун и Фобос   |

**6.** У большинства планет ось вращения почти перпендикулярна плоскости эклиптики, но ось одной из планет почти параллельна этой плоскости. Какая это планета?

- |           |         |
|-----------|---------|
| 1) Земля  | 3) Марс |
| 2) Юпитер | 4) Уран |

**7.** Какая планета вращается быстрее всех вокруг Солнца? Каков её сидерический период обращения?

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 3) Юпитер |
| 2) Земля    | 4) Венера |

**8.** Кольца планет-гигантов представляют собой

- 1) сплошные образования из твёрдой углекислоты
- 2) множество мелких и крупных тел, размерами от нескольких сантиметров до сотен метров, вращающихся вокруг планеты в экваториальной плоскости

3) газовые слои

4) образования из замёрзшей воды и пыли, движущиеся в плоскости орбиты планеты

**9.** Небесным телом, открытым К. Томбо в 1930 г., потерявшим в 2006 г. статус планеты, является

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Нептун | 3) Плутон |
| 2) Уран   | 4) Сатурн |

**10.** Четыре галилеевых спутника — Ио, Ганимед, Каллисто и Европа — спутники планеты

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Марс   | 3) Сатурн |
| 2) Юпитер | 4) Уран   |

**11.** Укажите планету, спутники которой Титания и Оберон были открыты У. Гершелем.

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Уран   | 3) Марс   |
| 2) Юпитер | 4) Нептун |

**12.** Кольца какой планеты разорваны и имеют вид дуг или арок?

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Сатурн | 3) Уран   |
| 2) Юпитер | 4) Нептун |

**13.** Укажите планету, ось вращения которой почти перпендикулярна плоскости орбиты.

- 1) Уран
- 2) Юпитер
- 3) Марс
- 4) Нептун

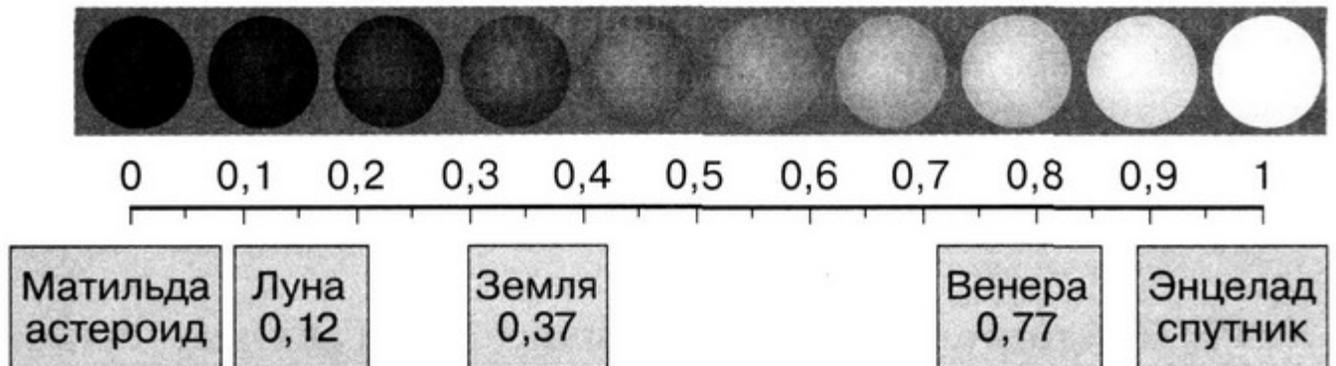
**14.** На каком из спутников больших планет обнаружены действующие вулканы?

- 1) спутник Марса Деймос
- 2) спутник Юпитера Европа
- 3) спутник Юпитера Ио
- 4) спутник Сатурна Янус

**15.** Самым маленьким альбедо среди планет Солнечной системы обладает

- 1) Земля
- 2) Нептун
- 3) Марс
- 4) Меркурий
- 5) Венера

Альбедо — доля падающего потока излучения, отражённая поверхностью тела



**16.** На каком спутнике большой планеты предполагают наличие больших объёмов воды?

- 1) спутник Марса Фобос
- 2) спутник Юпитера Европа
- 3) спутник Сатурна Пандора
- 4) спутник Нептуна Тритон
- 5) спутник Земли Луна

**17.** На какой планете Солнечной системы обнаружены следы вулканической деятельности?

- 1) Марс
- 2) Юпитер
- 3) Нептун
- 4) Сатурн

**18.** В эпоху противостояния Марс и Земля

- 1) располагаются по одну сторону от Солнца
- 2) располагаются по разные стороны от Солнца
- 3) находятся на максимальном расстоянии друг от друга

**19.** В зоне жизни в настоящую эпоху находятся планеты

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 5) Юпитер |
| 2) Венера   | 6) Сатурн |
| 3) Земля    | 7) Уран   |
| 4) Марс     | 8) Нептун |

Ответ дайте в виде последовательности цифр.

**20\*.** Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах и карликовых планетах.

Все параметры, кроме плотности, расстояния от Солнца и числа спутников, указаны в отношении к аналогичным данным для Земли.

Планета/ карли- ковая планета	Средний диаметр, в диаметрах Земли	Масса, в массах Земли	Орби- тальный радиус, а. е.	Сидери- ческий период, годы	Плот- ность, кг/м <sup>3</sup>	Чис- ло спут- ни- ков
Земля	1,0	1,0	1,0	1,0	5515	1
Нептун	3,9	17	30	164	1700	14
Церера	0,074	0,00015	2,76	4,6	2161	0
Плутон	0,186	0,0022	39,2	248,09	1860	5
Хаумеа	~0,11	0,00066	43	281,1	~2600	2
Макемаке	0,116	~0,0005	45,4	306,28	~1700	1
Эрида	0,182	0,0028	67,8	558,04	2520	1

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам карликовых планет.

- 1) все карликовые планеты имеют период обращения вокруг Солнца больший, чем планета Нептун
- 2) все карликовые планеты имеют плотность большую, чем плотность Земли

3) средние плотности у Макемаке и у Нептуна равны, следовательно, их массы также равны

4) средняя скорость движения по орбите у Цереры больше, чем у Плутона

5) ускорение свободного падения на поверхности Эриды больше, чем на поверхности Цереры

Ответ дайте в виде двух цифр.

## ВАРИАНТ 2

**1.** На полюсах какой планеты видны снежные шапки?

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 3) Юпитер |
| 2) Марс     | 4) Уран   |

**2.** Какая из приведённых ниже пар планет характеризуется общей особенностью: атмосферы обеих планет состоят преимущественно из водорода и гелия?

- 1) Венера и Меркурий
- 2) Марс и Нептун
- 3) Юпитер и Сатурн
- 4) Земля и Венера
- 5) Венера и Марс

**3.** Кольца планет-гигантов представляют собой

- 1) сплошные образования из твёрдой углекислоты
- 2) множество мелких и крупных тел, размерами от нескольких сантиметров до сотен метров, вращающихся вокруг планеты в экваториальной плоскости
- 3) газовые слои
- 4) образования из замёрзшей воды и пыли, движущиеся в плоскости орбиты планеты

**4.** Наибольшее сжатие среди планет Солнечной системы имеют две планеты

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 5) Юпитер |
| 2) Венера   | 6) Сатурн |
| 3) Земля    | 7) Уран   |
| 4) Марс     | 8) Нептун |

Ответ должен состоять из двух цифр.

**5.** Укажите правильное расположение объектов в порядке удаления от Солнца.

- 1) пояс Койпера, Земля, пояс астероидов
- 2) Земля, кометное облако Оорта, пояс астероидов
- 3) Земля, пояс астероидов, пояс Койпера
- 4) пояс астероидов, Земля, облако Оорта

**6.** На какой планете Солнечной системы день равен году?

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 3) Марс   |
| 2) Венера   | 4) Юпитер |

**7.** Какая планета имеет наибольший синодический период?

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 3) Марс   |
| 2) Венера   | 4) Нептун |

**8.** В 1781 г. У. Гершель открыл планету

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Нептун | 3) Плутон |
| 2) Уран   | 4) Сатурн |

**9.** Галатhea и Тритон — спутники планеты

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Нептун | 3) Сатурн |
| 2) Юпитер | 4) Уран   |

**10.** Европа является спутником планеты

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Земля  | 3) Сатурн |
| 2) Юпитер | 4) Уран   |

**11.** Число спутников, открытых у этих планет к 2017 г., соответственно 62 и 69. Какие это планеты?

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 5) Юпитер |
| 2) Венера   | 6) Сатурн |
| 3) Земля    | 7) Уран   |
| 4) Марс     | 8) Нептун |

Ответ должен состоять из двух цифр.

**12.** Среди планет Солнечной системы наибольший наклон плоскости экватора к плоскости орбиты имеет планета, про которую говорят, что она вращается «лёжа на боку»,

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) Нептун | 3) Сатурн |
| 2) Юпитер | 4) Уран   |

**13.** Самым быстрым вращением вокруг оси обладают две планеты Солнечной системы. Какие это планеты?

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1) Меркурий | 5) Юпитер |
| 2) Венера   | 6) Сатурн |
| 3) Земля    | 7) Уран   |
| 4) Марс     | 8) Нептун |

Ответ должен состоять из двух цифр, на первое место поставьте планету с самым быстрым вращением.

**14.** На каком спутнике обнаружен гигантский кратер диаметром 400 км и глубиной 16 км?

- 1) спутник Марса Деймос
- 2) спутник Юпитера Ганимед
- 3) спутник Сатурна Тефия
- 4) спутник Нептуна Тритон

**15.** Как меняется значение скорости движения планеты при её перемещении от перигелия к афелию?

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается
- 4) на первой половине пути увеличивается, на второй — уменьшается

**16.** Наибольший угол с плоскостью эклиптики образует плоскость орбиты

- |             |          |
|-------------|----------|
| 1) Меркурия | 3) Марса |
| 2) Земли    | 4) Урана |

**17.** Самое сильное магнитное поле

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1) у Венеры | 3) у Юпитера |
| 2) у Земли  | 4) у Марса   |

**18.** На какой планете Солнечной системы в настоящее время продолжается вулканическая деятельность?

- 1) Марс                      2) Венера                      3) Нептун                      4) Сатурн

**19.** На Луне в Океане Бурь расположен кратер

- 1) Тихо                      2) Гершель                      3) Гиппарх                      4) Кеплер



**20\*.** Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах Солнечной системы.

Все параметры, кроме плотности и расстояния от Солнца, указаны в отношении к аналогичным данным для Земли.

Планета	Диаметр, в диаметрах Земли	Масса, в массах Земли	Орбитальный радиус, а. е.	Сидерический период, годы	Период вращения вокруг оси, сут.	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>
Меркурий	0,382	0,055	0,38	0,241	58,6	5427
Венера	0,949	0,815	0,72	0,615	243	5243
Земля	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5515

Планета	Диаметр, в диаметрах Земли	Масса, в массах Земли	Орбитальный радиус, а. е.	Сидерический период, годы	Период вращения вокруг оси, сут.	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>
Марс	0,53	0,107	1,52	1,88	1,03	3933
Юпитер	11,2	318	5,20	11,86	0,414	1326
Сатурн	9,41	95	9,54	29,46	0,426	687
Уран	3,98	14,6	19,22	84,01	0,718	1270
Нептун	3,81	17,2	30,06	164,79	0,671	1638

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам больших планет Солнечной системы.

1) средняя скорость вращения вокруг Солнца у Марса больше, чем у Юпитера

2) ускорение свободного падения на Венере примерно  $3,7 \text{ м/с}^2$

3) угловая скорость вращения Юпитера вокруг своей оси больше, чем у Венеры

4) средняя плотность Венеры почти в 10 раз меньше средней плотности Сатурна

5) вторая космическая скорость для Земли больше, чем для Сатурна

6) чем дальше планета от Солнца, тем её плотность меньше

Ответ дайте в виде двух цифр.

## Итоговая контрольная работа

### ВАРИАНТ 1

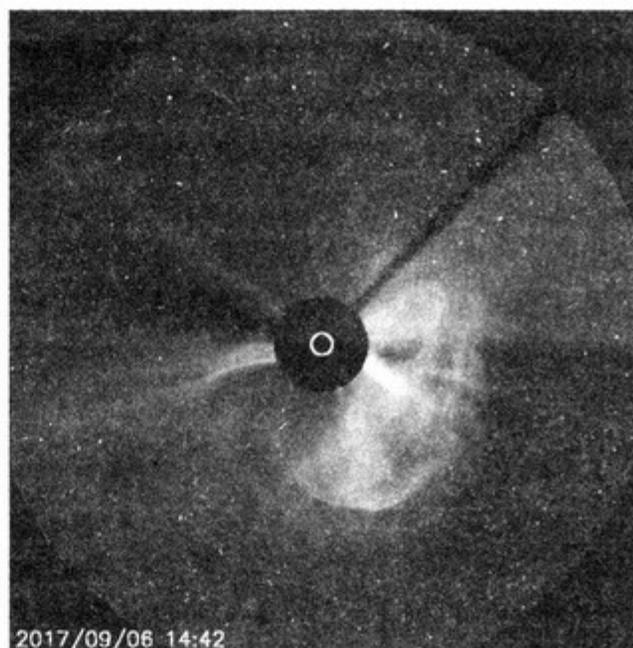
**1.** Что такое космические лучи и что является источником космических лучей в Галактике по современным представлениям?

**2.** Вычислите ускорение свободного падения на поверхности нейтронной звезды, масса которой  $2,5 \cdot 10^{30}$  кг, а радиус — 13 км.

**3.** Почему спиральные рукава отличаются от других областей галактики более голубым цветом?

**4.** Каков примерно период обращения кометы, у которой большая полуось 1000 а. е.?

**5\*.** Проанализируйте изображения проявления солнечной активности (корональный выброс массы — КВМ), полученные в сентябре 2017 г. с помощью коронографа LASCO C3. Оцените среднюю скорость КВМ. Размеры Солнца показаны белым кружком. Линейный диаметр Солнца  $1,39 \cdot 10^9$  м. Время указано внизу слева.



**6.** Какие типы галактик вам известны? К какому типу галактик относятся наша Галактика, галактики М31, ММО, ВМО?

**7\*.** Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов и карликовых планет.

Астероид/ карликовая планета	Радиус, км	Большая полуось орбиты, а. е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцен- триситет орбиты*	Масса, кг
Веста	265	2,37	3,63	0,091	$2,6 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$3,3 \cdot 10^{19}$

Астероид/ карликовая планета	Радиус, км	Большая полуось орбиты, а. е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцен- триситет орбиты*	Масса, кг
Церера	466	2,78	4,60	0,077	$9,3 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,78	4,61	0,235	$2,1 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,76	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

\* Эксцентриситет эллипса определяется по формуле:  $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$ ,

где  $b$  — малая полуось,  $a$  — большая полуось эллипса ( $e = 0$  — окружность).

Выберите два верных утверждения.

- 1) астероид Геба вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Веста
- 2) большие полуоси орбит карликовой планеты Церера и астероида Паллада одинаковы, значит, они движутся по одной орбите друг за другом
- 3) средняя плотность карликовой планеты Церера составляет  $40 \text{ кг/м}^3$
- 4) первая космическая скорость для астероида Юнона составляет более  $8 \text{ км/с}$
- 5) орбита астероида Аквитания находится между орбитами Марса и Юпитера

## ВАРИАНТ 2

1. Что такое солнечная активность и чем она характеризуется?

2. Кентавры представляют собой небольшие тела Солнечной системы, которые имеют характеристики как астероидов, так и комет. По оценкам, в Солнечной системе насчиты-

ваются около 50 000 кентавров с диаметром более 1 километра, по состоянию на 2017 г. открыто 408 кентавров.

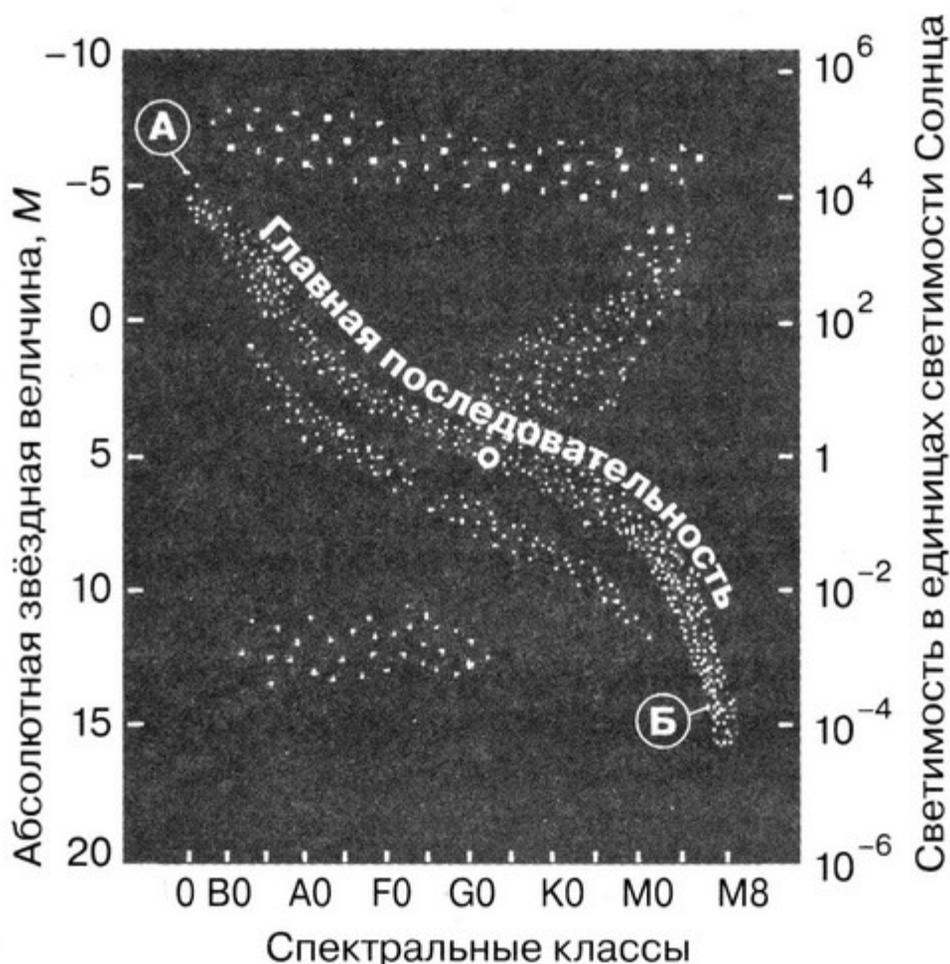
Кентавр Несс обращается вокруг Солнца по орбите с большой полуосью 24,5 а. е. Найдите период обращения Несса вокруг Солнца. Эксцентриситет орбиты Несса 0,518. Между какими орбитами больших планет движется Несс?

**3.** Какова скорость удаления галактики, находящейся от нас на расстоянии 300 Мпк? Постоянную Хаббла принять равной 72 км/(с · Мпк).

**4\***. Параллакс звезды равен 0,001", её видимая звёздная величина  $+1^m$ . Какова её абсолютная звёздная величина? Какова её светимость? К какому классу относится эта звезда?

**5.** Какой вывод можно сделать, сравнивая положения звёзд А и Б на диаграмме «спектр—светимость»:

- 1) о радиусе звёзд;
- 2) о стадии эволюции звёзд?



Какая звезда является сверхгигантом и какая — карликом?

**6.** Каково расстояние до галактики, если в ней обнаружена сверхновая звезда типа Ia, видимая звёздная величина которой  $+18^m$ ? В среднем абсолютная звёздная величина сверхновых Ia типа равна  $-17,5^m$ .

**7\*.** Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов и карликовых планет.

Астероид/ карликовая планета	Радиус, км	Большая полуось орбиты, а. е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцен- триситет орбиты*	Масса, кг
Веста	265	2,37	3,63	0,091	$2,6 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$3,3 \cdot 10^{19}$
Церера	466	2,78	4,60	0,077	$9,3 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,78	4,61	0,235	$2,1 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,76	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

\* Эксцентриситет эллипса определяется по формуле:  $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$ ,

где  $b$  — малая полуось,  $a$  — большая полуось эллипса ( $e = 0$  — окружность).

Выберите два верных утверждения.

1) астероид Геба вращается по более вытянутой орбите, чем астероид Веста

2) большие полуоси орбит карликовой планеты Церера и астероида Паллада одинаковы, значит, они движутся по одной орбите друг за другом

3) средняя плотность карликовой планеты Церера составляет  $400 \text{ кг/м}^3$

4) первая космическая скорость для астероида Юнона составляет более  $8 \text{ км/с}$

5) орбита астероида Аквитания находится между орбитами Марса и Юпитера

# Ответы и решения

## ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ

### Проверочная работа 1

#### ВАРИАНТ 1

1.

Обозначение точки небесной сферы	Название точки небесной сферы
$P$	Северный полюс мира
$Z'$	Надир
$Q$	Точка небесного экватора
$S$	Точка юга

2. Точка надира  $Z'$  находится около Южного полюса мира  $P_S$ .

3. 2. 4. А3, Б1, В5, Г2, Д7, Е9. 5. 4. 6. 2. 7. 2.

#### ВАРИАНТ 2

1.

Обозначение точки небесной сферы	Название точки небесной сферы
$P'$	Южный полюс мира
$Z$	Зенит
$Q'$	Точка небесного экватора
$E$	Точка востока

2. Точка зенита  $Z$  находится около Северного полюса мира  $P_N$ .

3. 3. 4. А8, Б7, В9, Г11, Д12, Е3. 5. 2. 6. 1. 7. 3.

## Проверочная работа 2

### ВАРИАНТ 1

1.  $h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 56^\circ + 5^\circ = 39^\circ$ ,  $h_{\text{ниж}} = \varphi + \delta - 90^\circ = 56^\circ + 5^\circ - 90^\circ = -29^\circ$ . Да, заходит. 2. Склонение Солнца в этот день  $\delta = -23,5^\circ$ . Поскольку кульминация в точке юга  $S$ , то высота Солнца в этот день  $h = 0^\circ$ .  $h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta$ . Значит,  $0^\circ = 90^\circ - \varphi + (-23,5^\circ)$ . Широта места наблюдения  $\varphi = 90^\circ + (-23,5^\circ) = 66,5^\circ$  (или  $66^\circ 30'$ ). 3. 3. 4. 3. 5. 2. 6. 4. 7\*. Незаходящая звезда — звезда, которая на данной широте не опускается ниже горизонта.  $\delta > 90^\circ - \varphi$  (см. рис.). 8\*. Склонение Фомальгаута  $\delta = -29,5^\circ$ .  $h = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 56,5^\circ - 29,5^\circ = 4^\circ$ . Можно наблюдать очень низко над горизонтом, т. е. только на открытой местности.



Области незаходящих и невосходящих светил

### ВАРИАНТ 2

1.  $h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 56^\circ + 39^\circ = 73^\circ$ ,  $h_{\text{ниж}} = \varphi + \delta - 90^\circ = 56^\circ + 39^\circ - 90^\circ = 5^\circ$ . Нет, эта звезда является незаходящей. 2. Летом в Антарктиде и прилегающих районах полярная ночь, поэтому звёзды там могут быть видны и в полдень. 3. 2. 4. 1. 5. 4. 6. 4. 7\*. Невосходящая звезда — звезда, которая на данной широте не появляется над горизонтом.  $\delta < \varphi - 90^\circ$ . 8\*. Склонение Фомальгаута  $\delta = -29,5^\circ$ ,  $h = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 43,4^\circ - 29,5^\circ = 17,1^\circ$ . Можно наблюдать. Использование компьютерной карты звёздного неба подскажет, что наилучшее время наблюдения в западной стороне неба, над морем — ночью в октябре.

## Проверочная работа 3

### ВАРИАНТ 1

1. 2. 2. Явление фазы Луны — результат периодического изменения видимой формы освещённого полушария Луны. Отношение площади освещённой части видимого диска Луны ко всей его пло-

щадн называется фазой Луны. **3.** Луна на фоне звёзд движется с запада на восток, т. е. в направлении, противоположном суточному вращению небесной сферы. Луна обращается вокруг Земли по орбите, которую приблизительно можно считать круговой, с периодом 27,3 суток. Луна перемещается за сутки относительно звёзд на  $360^\circ/27,3 = 13,2^\circ$ . **4.**

Особая точка эклиптики	Обозначение этой точки	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$	Название дня
Точка весеннего равноденствия	$\Upsilon$	0 <sup>ч</sup>	0°	День весеннего равноденствия
Точка летнего солнцестояния	$\text{♋}$	6 <sup>ч</sup>	+23,5°	День летнего солнцестояния
Точка осеннего равноденствия	$\text{♎}$	12 <sup>ч</sup>	0°	День осеннего равноденствия
Точка зимнего солнцестояния	$\text{♊}$	18 <sup>ч</sup>	-23,5°	День зимнего солнцестояния

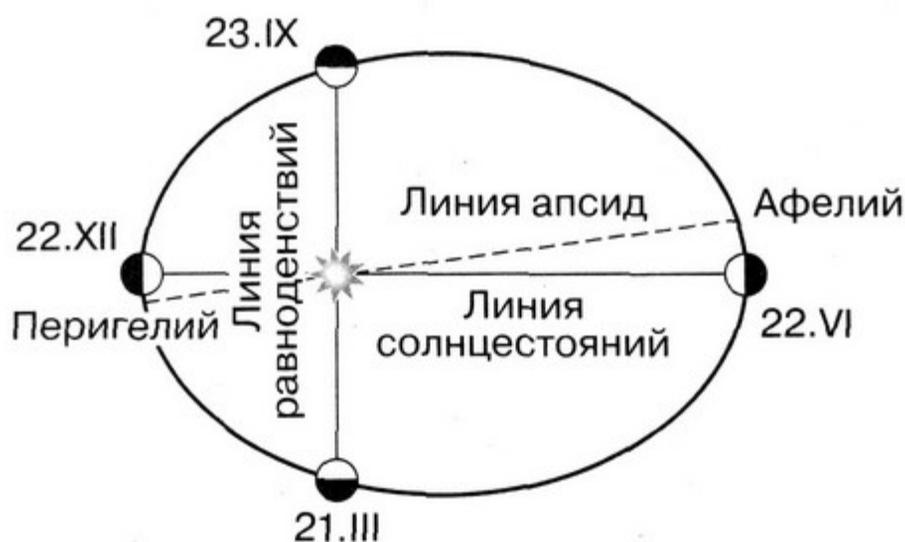
**5.** 1) В точке востока; 2) в точке запада; 3)  $h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 30^\circ + 0^\circ = 60^\circ$ . **6.**

Солнце в точках	Восход	Заход	Высота $h_{\text{верх. кульм}}$	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$
Точка весеннего равноденствия $\Upsilon$	Точка востока	Точка запада	60°	0 <sup>ч</sup>	0°
Точка летнего солнцестояния $\text{♋}$	СВ	СЗ	83,5°	6 <sup>ч</sup>	+23,5°
Точка осеннего равноденствия $\text{♎}$	Точка востока	Точка запада	60°	12 <sup>ч</sup>	0°
Точка зимнего солнцестояния $\text{♊}$	ЮВ	ЮЗ	36,5°	18 <sup>ч</sup>	-23,5°

В точке летнего солнцестояния  $\odot h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 30^\circ + 23,5^\circ = 83,5^\circ$ . В точке зимнего солнцестояния  $\Upsilon h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 30^\circ - 23,5^\circ = 36,5^\circ$ . **7.** Условия наступления и характеристики полных солнечных и лунных затмений описаны в таблице.

Вид затмения	Условия наступления. Фаза Луны	Условия наступления. Положение Луны на орбите	Длительность полной фазы затмения	Минимальное и максимальное число в году
Лунное	Полнолуние	Луна находится вблизи узла лунной орбиты	Часы	min — 0 max — 3
Солнечное	Новолуние	Луна находится вблизи узла лунной орбиты	Минуты	min — 2 max — 5

**8.** Через 2 недели. Однако так происходит далеко не всегда. Наклон лунной орбиты к плоскости эклиптики составляет около  $5^\circ$ , поэтому для затмения необходимо, чтобы Луна во время новолуния или полнолуния проходила вблизи одного из узлов орбиты (т. е. вблизи точки пересечения орбиты и эклиптики). **9.** Луна видна. Однако земная атмосфера рассеивает солнечные лучи, которые попадают на затмевающуюся поверхность Луны «в обход» Земли. Красноватый цвет диска обусловлен тем, что сквозь атмосферу лучше всего проходят красные и оранжевые лучи. **10.** Полное лунное затмение наблюдается на половине земного шара, частное солнечное — не более чем на четверти земного шара, а полное солнечное



Земля в перигелии в январе, Земля в афелии в июле

затмение — только в полосе не шире 270 км. Поэтому в данной местности полные лунные затмения наблюдаются чаще солнечных. **11. 1. 12.** Новоземелие. **13.** Связано это с тем, что расстояние от Земли до Солнца в июле больше, чем в январе (Земля в афелии), поэтому угловой размер Солнца летом чуть меньше, чем зимой. Угловой размер Луны больше, чем Солнца в июле. Солнце будет иметь летом наименьший видимый диаметр, поэтому полные солнечные затмения чаще бывают именно летом. **14.**

Наблюдатель на видимой стороне Луны	Наблюдатель на невидимой стороне Луны
Земля видна в полной фазе	Земля не видна
Солнце не видно	Солнце видно

## ВАРИАНТ 2

**1. 3. 2.** Смена лунных фаз обусловлена переменами в условиях освещения Солнцем лунного шара при движении Луны по орбите. **3.** Через 14 суток после новолуния наступает полнолуние. **4.**

Особая точка эклиптики	Обозначение этой точки	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$	Название дня
Точка весеннего равноденствия	$\Upsilon$	0 <sup>ч</sup>	0°	День весеннего равноденствия
Точка летнего солнцестояния	$\text{☉}$	6 <sup>ч</sup>	+23,5°	День летнего солнцестояния
Точка осеннего равноденствия	$\text{♏}$	12 <sup>ч</sup>	0°	День осеннего равноденствия
Точка зимнего солнцестояния	$\text{♐}$	18 <sup>ч</sup>	-23,5°	День зимнего солнцестояния

**5.** 1) В точке востока; 2) в точке запада; 3)  $h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 60^\circ + 0^\circ = 30^\circ$ . **6.**

Солнце в точках	Восход	Заход	Высота $h_{\text{верх. кульм}}$	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$
Точка весеннего равноденствия $\Upsilon$	Точка востока	Точка запада	30°	0 <sup>ч</sup>	0°

Солнце в точках	Восход	Заход	Высота $h_{\text{верх. кульм}}$	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$
Точка летнего солнцестояния $\odot$	СВ	СЗ	$53,5^\circ$	6 <sup>ч</sup>	$+23,5^\circ$
Точка осеннего равноденствия $\underline{\Omega}$	Точка востока	Точка запада	$30^\circ$	12 <sup>ч</sup>	$0^\circ$
Точка зимнего солнцестояния $\Upsilon$	ЮВ	ЮЗ	$6,5^\circ$	18 <sup>ч</sup>	$-23,5^\circ$

В точке летнего солнцестояния  $\odot$   $h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 60^\circ + 23,5^\circ = 53,5^\circ$ . В точке зимнего солнцестояния  $\Upsilon$   $h_{\text{верх}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 60^\circ - 23,5^\circ = 6,5^\circ$ . **7.** Условия наступления и характеристики полных солнечных и лунных затмений описаны в таблице.

Вид затмения	Условия наступления. Фаза Луны	Условия наступления. Положение Луны на орбите	Длительность полной фазы затмения	Минимальное и максимальное число в году
Лунное	Полнолуние	Луна находится вблизи узла лунной орбиты	Часы	min — 0 max — 3
Солнечное	Новолуние	Луна находится вблизи узла лунной орбиты	Минуты	min — 2 max — 5

**8.** Минимальный срок 2 недели. Однако так происходит далеко не всегда. Наклон лунной орбиты к плоскости эклиптики составляет около  $5^\circ$ , поэтому для затмения необходимо, чтобы Луна во время новолуния или полнолуния проходила вблизи одного из узлов орбиты (т. е. вблизи точки пересечения орбиты и эклиптики). **9. 3. 10.** Если угловой диаметр Луны меньше, чем Солнца, то такое затмение называют кольцеобразным. Это редкий тип солнечного затмения, в среднем за 100 лет происходит 14 кольцеобразных затмений. **11.** Полное лунное затмение наблюдается на половине земного шара, частное солнечное — не более чем на четверти земного шара, а полное солнечное затмение — только в полосе не шире 270 км. По-

этому в данной местности полные лунные затмения наблюдаются чаще, чем солнечные. **12.** Полноземелие. **13.** Лунные затмения происходят всегда в период полнолуния. Так как Луна движется с запада на восток, то первым входит в земную тень левый край Луны. **14.**

Наблюдатель на невидимой стороне Луны	Наблюдатель на видимой стороне Луны
Солнце не видно	Солнце не видно
Земля не видна	Земля не видна

## Проверочная работа 4

### ВАРИАНТ 1

**1. 2. 2. 4. 3. 1. 4. 5. 5.** 1,88 года. **6.** Большая полуось  $a_{\text{Ц}} = 5,54/2 = 2,77$  а. е. По третьему закону Кеплера  $T_{\text{Ц}}^2 / T_{\oplus}^2 = a_{\text{Ц}}^3 / a_{\oplus}^3$ , где  $T_{\oplus} = 1$  год,  $a_{\oplus} = 1$  а. е.  $T_{\text{Ц}} = \sqrt{2,77^3} \approx 4,6$  года. Афелийное расстояние  $Q_{\text{Ц}} = a_{\text{Ц}}(1 + e) = 2,77(1 + 0,0793) \approx 2,99$  а. е. Перигелийное расстояние  $q_{\text{Ц}} = a_{\text{Ц}}(1 - e) = 2,77(1 - 0,0793) \approx 2,55$  а. е. **7.** По третьему закону Кеплера  $T_{\Gamma}^2 / T_{\oplus}^2 = a_{\Gamma}^3 / a_{\oplus}^3$ , где  $T_{\oplus} = 1$  год,  $a_{\oplus} = 1$  а. е.  $a_{\Gamma} = \sqrt[3]{75,3^2} \approx 17,8$  а. е. Комета удаляется от Солнца на  $Q_{\Gamma} = 2 \cdot 17,8 - 0,59 \approx 35,0$  а. е. Большая полуось орбиты Нептуна  $a_{\text{Н}} \approx 30,1$  а. е. Значит, дальше от Солнца в афелии находится комета Галлея. **8.** По третьему закону Кеплера  $T^2 / T_{\oplus}^2 = a^3 / a_{\oplus}^3$ , откуда  $a = \sqrt[3]{5,52^2} \approx 3,12$  а. е. Наибольшее расстояние от Солнца  $Q = 2 \cdot a - q \approx 4,73$  а. е. Эксцентриситет  $e = 1 - q/a \approx 0,52$ . **9. 2.**

### ВАРИАНТ 2

**1. 4. 2. 5. 3.** Пусть звездный период обращения внешней планеты равен  $P$ , звездный период Земли —  $T$  ( $T < P$ ), а синодический период  $S$ . Тогда  $1/T - 1/P = 1/S$ . Для  $T = 1$  год,  $S = 4,2$  года имеем:  $P = 4,2/(4,2 - 1) \approx 1,3$  года. Понятие противостояния определено только для внешних планет. По третьему закону Кеплера  $P^2 / T_{\oplus}^2 = a^3 / a_{\oplus}^3$ , откуда  $a = \sqrt[3]{1,3^2} \approx 1,2$  а. е. **4. 4. 5.** 5,2 а. е. **6.** По третьему закону Кеплера  $T^2 / T_{\oplus}^2 = a^3 / a_{\oplus}^3$ , откуда  $a = \sqrt[3]{3,63^2} \approx 2,36$  а. е. Наибольшее расстояние  $Q = 2 \cdot a - q = 2,57$  а. е. Эксцен-

триситет  $e = 1 - q/a \approx 0,089$ . **7.** 84 года. **8.** По третьему закону Кеплера  $T^2/T_{\oplus}^2 = a^3/a_{\oplus}^3$ , откуда  $a = \sqrt[3]{3,3^2} \approx 2,2$  а. е. Наибольшее расстояние  $Q = 2 \cdot a - q \approx 4,1$  а. е. Эксцентриситет  $e = 1 - q/a = 0,85$ . Орбиты Марса ( $a = 1,5$  а. е.), Земли ( $a = 1,0$  а. е.), Венеры ( $a = 0,7$  а. е.), Меркурия ( $a = 0,4$  а. е.). **9.** 1.

## Проверочная работа 5

### ВАРИАНТ 1

**1.** 4. **2.** 5. **3.** 2. **4.** 4, 2. **5.** 1. **6.** 1. **7.** 2. **8.** 4. **9.** 3. **10.** 2. **11.** 3. **12.** 5, 3, 4. **13.** 2. **14.** 2. **15.** 1. **16.**  $W = 10g + f = 10 \cdot 3 + 6 = 36$ .

### ВАРИАНТ 2

**1.** 1. **2.** 3. **3.** 1. **4.** 3, 1. **5.** 1. **6.** 3. **7.** 3. **8.** 5. **9.** 6, 2, 1. **10.** 1. **11.** 2. **12.** 4. **13.** 4. **14.** 1. **15.** 2. **16.**  $W = 10g + f = 10 \cdot 5 + 8 = 58$ .

## Проверочная работа 6

### ВАРИАНТ 1

**1.** Данные для пяти ближайших звёзд.

Звезда	Параллакс	Расстояние до звезды, пк	Расстояние до звезды, св. лет
Проксима Центавра	0,768"	1,30	4,24
$\alpha$ Центавра А	0,754"	1,33	4,32
$\alpha$ Центавра В	0,754"	1,33	4,32
Звезда Барнарда	0,546"	1,83	5,97
$\alpha$ Б. Пса (Сириус) А	0,379"	2,64	8,60

**2.**  $p = 0,195''$ .  $D = 1/p \approx 5,13$  пк  $\approx 16,7$  св. года. **3.** Расстояние от центра Галактики  $r = \frac{D \cdot p}{206\,265''} = \frac{10^7 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{206\,265}$  пк  $\approx 5,8$  кпк.

## ВАРИАНТ 2

### 1. Данные для пяти ярких звёзд.

Звезда	Параллакс	Расстояние до звезды, пк	Расстояние до звезды, св. лет
$\alpha$ Б. Пса (Сириус)	0,379"	2,64	8,60
$\alpha$ М. Пса (Процион)	0,285"	3,51	11,4
$\alpha$ Лиры (Вега)	0,130"	7,69	25,1
$\alpha$ Волопаса (Арктур)	0,0888"	11,3	36,7
$\alpha$ Возничего (Капелла)	0,0762"	13,1	42,8

**2.**  $p = 0,287''$ .  $D = 1/p \approx 3,48$  пк  $\approx 11,4$  св. года. **3.** Расстояние от центра Галактики  $r = \frac{D \cdot p}{206\,265''} = \frac{10^7 \cdot 60}{206\,265}$  пк  $\approx 2,9$  кпк.

## Проверочная работа 7

### ВАРИАНТ 1

**1. 1. 2. 2. 3. 2. 4. 4. 5. 4. 6. 3. 7. 3. 8.** Отношение светимостей  $L_1/L_2 = (R_1/R_2)^2 \cdot (T_1/T_2)^4$ . Цвет звёзд одинаков, температуры их также примерно равны  $T_1 = T_2$ . Значит,  $R_1/R_2 = \sqrt{L_1/L_2} = 10$ . Радиус красного гиганта превышает радиус красного карлика примерно в 10 раз. **9.**  $D = \frac{860}{3,26} = 264$  пк.  $M = m + 5 - 5 \lg D = 0,12 + 5 - 5 \lg 264 \approx 0,3 + 5 - 5 \cdot 2,4 \approx -7$ .  $M = -7^m$ .  $M_{\odot} = 5^m$ .  $\lg L = 0,4(M_{\odot} - M)$ ,  $\lg L = 0,4(5 + 7) \approx 5$ ,  $L \approx 100\,000L_{\odot}$ . **10.** 1, 5. **11.** 2, 5. **12.**  $R_A \gg R_B$ . Звезда А находится в конце эволюции, звезда Б устойчиво находится на главной последовательности. А — красный сверхгигант, Б — красный карлик.

### ВАРИАНТ 2

**1. 2. 2. 1. 3. 2. 4. 5. 5. 2. 6. 4. 7. 3. 8.** В 625 раз. **9.**  $L = 100\,000L_{\odot}$ . **10.** 3, 5. **11.** 1, 3. **12.**  $L_A > L_B$ ,  $T_A = T_B$ .

## Проверочная работа 8

### ВАРИАНТ 1

**1. 6, 5, 4, 2. 2. 4. 3. 2. 4. 2. 5. 1. 6.** Абсолютная звёздная величина  $M = m + 5 - 5 \lg R$ ,  $M = m + 5 - 5 \lg 52\,000 \approx +3 + 5 - 5 \cdot 4,72 \approx -15,6$ . Абсолютная звёздная величина сверхновой звезды 1987 г. в БМО была  $-15,6^m$ . Типичные абсолютные звёздные величины при вспышках сверхновых от  $-17^m$  до  $-19^m$ , поэтому вспышка 1987 г. была «слабой». **7. 3)** Вспышка сверхновой SN 1054 в созвездии Тельца была II типа, это следует из таблицы. Следовательно, утверждение неверное. **7)** Самая дальняя вспышка сверхновой произошла на расстоянии 20 000 св. лет  $\approx 6$  кпк. Следовательно, утверждение неверное.

### ВАРИАНТ 2

**1. 3. 2. 4. 3. 2. 4. 3. 5. 1. 6.** Абсолютная звёздная величина  $M = m + 5 - 5 \lg R$ ,  $-17,5 = +6 + 5 - 5 \lg R$ ,  $\lg R = 5,7$ ,  $R = 500$  кпк. **7. 4)** Если видимая звёздная величина сверхновой увеличивается на десятки звёздных величин, то блеск увеличивается в миллионы или в миллиарды раз. Следовательно, утверждение неверное. **6)** БМО не видно на территории нашей страны — это созвездие южного неба. Следовательно, утверждение неверное.

## Проверочная работа 9

### ВАРИАНТ 1

**1. 2. 2.** Абсолютная звёздная величина  $M = 3 + 5 - 5 \lg 51\,400 \approx -15,6$ .  $M = -15,6^m$ . **3.**  $M = m + 5 - 5 \lg R$ ,  $-7 = 18 + 5 - 5 \lg R$ ,  $\lg R = 6$ ,  $R = 1$  Мпк. **4.**  $R = \frac{D \cdot p}{206\,265''} = \frac{900 \cdot 2,7 \cdot 10^3}{206\,265}$  кпк  $\approx 12$  кпк. **5.**  $2,1 \cdot 10^3$  км/с. **6. 1. 7. 4. 8. 1. 9. 4.**

### ВАРИАНТ 2

**1. 3. 2.** Абсолютная звёздная величина  $M = 6 + 5 - 5 \lg 772\,000 = -18,4$ .  $M = -18,4^m$ . **3.** По графику определим, что абсолютная звёздная величина  $M = -4^m$ .  $-4 = +17 + 5 - 5 \lg R$ ,  $5 \lg R = 26$ ,  $R \approx 160$  кпк. **4.**  $R = \frac{D \cdot p}{206\,265''} = \frac{80 \cdot 1,8 \cdot 10^3}{206\,265}$  кпк  $\approx 0,7$  кпк. **5.**  $8,7 \cdot 10^3$  км/с. **6. 2. 7. 2. 8. 4. 9. 3.**

## Проверочная работа 10

### ВАРИАНТ 1

**1.** Под Вселенной мы понимаем материальный мир, рассматриваемый с астрономической точки зрения. **2.** Метагалактика — доступная наблюдениям часть Вселенной. Метагалактику образует совокупность галактик всех типов, квазаров, межгалактической среды. **3.** **3.** **4.** 124. **5.** А. А. Фридман. **6.** Красное смещение (1924 г.) и реликтовое излучение (1965 г.). **7.**  $13,7 \cdot 10^9$  лет. **8.**  $10^{11}$  К. **9.** Двумя самыми важными наблюдательными подтверждениями теории Большого взрыва является обнаружение реликтового излучения, предсказанного теорией, и объяснение наблюдаемого соотношения между относительной массой водорода и гелия. **10.** Вспышки сверхновых, нуклеосинтез горячих массивных звёзд. **11.** В последнее время теоретически доказана важнейшая роль монооксида углерода в процессе формирования протопланетных облаков, в их охлаждении, распаде на более мелкие сгустки. Таким образом, углерод — это не просто элемент, из которого состоят живые организмы, но и элемент, способствующий зарождению звёзд и планет. **12.** 4.

### ВАРИАНТ 2

**1.** Метагалактика — доступная наблюдениям часть Вселенной. **2.** Космология — это физическое учение о Вселенной как целом, включающее в себя теорию всего охваченного астрономическими наблюдениями мира как части Вселенной. **3.** Размеры Метагалактики ограничены нашими возможностями наблюдений и в настоящее время приняты равными  $10^{26}$  м. **4.** Впервые термин «Большой взрыв» (Big Bang) применил Ф. Хойл в своей лекции в 1949 г. Сам Хойл придерживался гипотезы «непрерывного рождения» материи при расширении Вселенной. **5.** Стационарность, неизменность Вселенной во времени, однородность и изотропность, отсутствие привилегированных направлений, евклидовость пространства. **6.** 1. **7.**  $v = H \cdot R$ ,  $H = 72$  км/(с · Мпк). **8.**  $2,728 \pm 0,002$  К. **9.** Двумя самыми важными наблюдательными подтверждениями теории Большого взрыва является обнаружение реликтового излучения, предсказанного теорией, и объяснение наблюдаемого соотношения между относительной массой водорода и гелия. **10.** Вспышки сверхновых, нуклеосинтез горячих, массивных звёзд. **11.** Углерод продолжает поступать в виде космической пыли, которая оседает на почве и поступает в океан. **12.** 3.

## КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

### Контрольная работа «Солнечная система»

#### ВАРИАНТ 1

1. 2. 2. 4. 3. 4. 4. 2. 5. 1. 6. 4. 7. 1, 88 сут. 8. 2. 9. 3. 10. 2. 11. 1.  
12. 4. 13. 2. 14. 3. 15. 4. 16. 2. 17. 1. 18. 1. 19. 3, 4. 20. 4, 5.

#### ВАРИАНТ 2

1. 2. 2. 3. 3. 2. 4. 5, 6. 5. 3. 6. 1. 7. 3. 8. 2. 9. 1. 10. 2. 11. 6, 5.  
12. 4. 13. 5, 6. 14. 3. 15. 3. 16. 1. 17. 3. 18. 2. 19. 4. 20. 1, 3.

### Итоговая контрольная работа

#### ВАРИАНТ 1

1. Космические лучи — потоки заряженных элементарных частиц и ядер атомов высокой энергии (протоны, электроны,  $\alpha$ -частицы), распространяющиеся в межзвёздном пространстве. Основными источниками космических лучей являются остатки сверхновых, а также некоторые тесные двойные системы, где частицы разгоняются до больших энергий вблизи нейтронных звёзд.

2.  $g = G \frac{M}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2,5 \cdot 10^{30}}{(13 \cdot 10^3)^2} \approx 9,9 \cdot 10^{11} \text{ м/с}^2$ . 3. В спиральных рукавах происходит формирование звёзд. В них сосредоточены

голубые сверхгиганты — молодые горячие и яркие звёзды. 4. Из

третьего закона Кеплера следует, что  $T = \sqrt{a^3} = \sqrt{1000^3} \approx 32\,000$  лет.

5. В масштабе снимков диаметр Солнца составляет 2 мм, а изменение размера области расширения — 6 мм (измеряется линейкой). Значит, за время наблюдения (между 13 ч 30 мин и 14 ч 42 мин) вещество перемещается на расстояние  $s = 1,39 \cdot 10^9 \cdot 3 \text{ м} = 4,17 \cdot 10^9 \text{ м}$ . Время наблюдения составляет  $t = 72 \text{ мин} = 4320 \text{ с}$ . Искомая средняя скорость  $v = s/t \approx 1000 \text{ км/с}$ .

6. Известны спиральные (наиболее многочисленные), эллиптические, линзовидные, неправильные галактики. Есть и другие, более редкие, например галактики кольцеобразные. Наша Галактика и галактика Андромеды (М31) — спиральные. Галактики ММО и БМО — неправильные. 7. 1) У астероида Гебы эксцентриситет  $e = 0,202$ , а у Весты —  $e = 0,091$ , поэтому у астероида Гебы более вытянутая орбита, утверждение верное. 2) Большие полуоси орбит астероидов Церера и Паллада одинаковы, но эксцентриситеты орбит раз-

личны. Действительно,  $0,235 > 0,077$  — орбита Паллады более вытянутая. Утверждение ошибочно. 3) Средняя плотность карликовой планеты Церера  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3}$ ,  $\rho = \frac{9,3 \cdot 10^{20}}{4,19 \cdot (4,66 \cdot 10^5)^3} \approx 2,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Утверждение ошибочно. Можно было и не вычислять. Плотность  $400 \text{ кг/м}^3$  очень низкая, соответствует большому количеству лёгких веществ в составе карликовой планеты, а это не так. Самая низкая средняя плотность у газового гиганта Сатурна. Она составляет  $700 \text{ кг/м}^3$ . 4) Первая космическая скорость для Юноны  $v = \sqrt{GM/R} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,8 \cdot 10^{19} / (1,23 \cdot 10^5)} \approx 1,2 \cdot 10^2 \text{ м/с} < 8 \text{ км/с}$ . Утверждение ошибочно. 5) Сидерические периоды обращения планет: Земля — 1 год, Марс — 1,8 года, Юпитер — 11 лет. Поэтому все представленные в данной таблице астероиды и карликовая планета Церера принадлежат главному поясу астероидов, расположенному между Марсом и Юпитером. Утверждение верное.

## ВАРИАНТ 2

**1.** Солнечная активность проявляется в образовании большого количества солнечных пятен, протуберанцев и нестационарных динамических явлений (солнечных вспышек, корональных выбросов массы). Солнечная активность характеризуется числами Вольфа, общей площадью солнечных пятен и потоками излучения. **2.**  $T = \sqrt{24,5^3} \approx 121$  год. Перигелийное расстояние  $q = a(1 - e) = 24,5(1 - 0,518) \approx 11,8$  а. е. Афелийное расстояние  $Q = a(1 + e) = 24,5(1 + 0,518) \approx 37,2$  а. е. Несс обращается за пределами орбиты Сатурна. Пересечение с орбитами Урана, Нептуна. **3.** Скорость удаления галактики  $v = H \cdot R = 72 \text{ км/(с} \cdot \text{Мпк)} \cdot 300 \text{ Мпк} = 21,6 \cdot 10^3 \text{ км/с}$ . **4.** Расстояние  $R = 1/p = 1000$  пк.  $M = m + 5 - 5 \lg R$ .  $M = +1 + 5 - 5 \lg 1000 = 6 - 5 \cdot 3 = -9$ .  $M = -9^m$ .  $\lg L = 0,4(5 - M)$ .  $\lg L = 0,4(5 + 9) = 5,6$ .  $L = 400\,000 L_{\odot}$ . Это сверхгигант. **5.** 1) Радиус звезды А в 5000 раз больше. 2) Обе звезды находятся на главной последовательности. 3) А — голубой сверхгигант, Б — красный карлик. **6.** Абсолютная звёздная величина  $M = m + 5 - 5 \lg R$ ,  $-17,5 = +18 + 5 - 5 \lg R$ ,  $\lg R = 8,1$ ,  $R \approx 126\,000\,000$  пк = 126 Мпк. **7.** 1, 5.

## **Список литературы**

---

1. *Воронцов-Вельяминов Б. А.* Сборник задач по астрономии: пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1980.
2. *Гомулина Н. Н.* Карточки индивидуальных заданий по астрономии. 11 класс. Физика: Приложение к газете «Первое сентября». — № 5. — № 45/1997.
3. *Гусев Е. Б.* Качественные задачи по астрономии: учебно-методическое пособие. — Рязань, 1996.
4. *Гусев Е. Б.* Сборник вопросов и качественных задач по астрономии: кн. для учащихся. — М.: Просвещение, 2002.
5. *Жаров В. Е.* Сферическая астрономия. — Фрязино: Век-2, 2006.
6. *Жуков Л. В., Соколова И. И.* Рабочая тетрадь по астрономии для 11 класса: учебное пособие. — СПб.: Паритет, 2003.
7. *Кунаш М. А.* Астрономия. 11 класс. Методическое пособие к учебнику Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута «Астрономия. Базовый уровень. 11 класс». — М.: Дрофа, 2018.
8. *Малахов И. А., Волынский Б. А., Стамейкина И. А.* Задачи и упражнения по астрономии. — М.: Просвещение, 1965.
9. *Малахова Г. И., Стамейкина И. А.* Задачи и вопросы по астрономии для средней школы. — М.: Никель, 1993.
10. *Малахова Г. И., Страут Е. К.* Дидактический материал по астрономии. — М.: Просвещение, 1994.
11. *Разбитная Е. П.* Программированные задания по астрономии. — М.: Просвещение, 1981.
12. Стандарт образования по астрономии. Приказ Министерства образования и науки РФ от 7 июня 2017 г. № 506 «О внесении изменений в Федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования, утверждённый приказом Министерства образования Российской Федерации от 5 марта 2004 г. № 1089».

### **Задачи повышенного уровня, олимпиадные задачи, задачи для астрономических кружков**

1. *Гаврилов М. Г.* Звёздный мир. Сборник задач по астрономии и космической физике. — Черноголовка-Москва, 1998.

2. *Гусев Е. Б., Сурдин В. Г.* Расширяя границы Вселенной: история астрономии в задачах: учебно-методическое пособие для учителей астрономии и физики. — М.: МЦНМО, 2003.

3. *Сурдин В. Г.* Астрономические задачи с решениями. — М.: Либроком, 2014.

4. *Сурдин В. Г.* Астрономические олимпиады. Задачи с решениями. — М.: Издательство Учебно-научного центра довузовской подготовки МГУ, 1995.

5. *Сурдин В. Г.* Вселенная в вопросах и ответах. Задачи и тесты по астрономии и космонавтике. — М.: Альпина Нон-фикшн, 2017.

6. *Татарников А. М.* Задания олимпиад школьников Московской области по астрономии. — М.: МГОУ, 2006.

7. *Угольников О. С.* Всероссийская олимпиада школьников по астрономии: содержание олимпиады и подготовка конкурсантов. — М.: Федеральное агентство по образованию, АПК и ППРО, 2006.

# СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ .....  | 4         |
| <b>Практические основы астрономии.</b>  |           |
| <b>Солнечная система .....</b>  | <b>4</b>  |
| 1. Небесная сфера. Основные точки небесной сферы ..   | 4         |
| 2. Связь видимого расположения объектов на небе<br>и географических координат наблюдателя ..... | 9         |
| 3. Видимое движение и фазы Луны,<br>Солнечные и лунные затмения .....                           | 11        |
| 4. Законы Кеплера .....   | 17        |
| <b>Солнце и звёзды .....</b>  | <b>21</b> |
| 5. Солнце .....   | 21        |
| 6. Годичный параллакс и расстояния до звёзд .....   | 28        |
| 7. Звёзды .....   | 29        |
| 8. Сверхновые звёзды .....  | 38        |
| <b>Строение и эволюция Вселенной .....</b>  | <b>42</b> |
| 9. Галактики .....  | 42        |
| 10. Основы современной космологии .....   | 46        |
| <b>КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ .....</b>   | <b>52</b> |
| Солнечная система .....   | 52        |
| Итоговая контрольная работа .....   | 60        |
| <b>ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ .....</b>   | <b>65</b> |
| Проверочные работы .....  | 65        |
| Контрольные работы .....  | 76        |
| Список литературы .....   | 78        |